



A csapadékváltozás tendenciái Magyarországon

Gimesi L.

PTE TTK Informatika Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

ÖSSZEFOGLALÓ

Manapság az élet valamennyi területén központi kérdéssé vált a klímaváltozás vizsgálata, ugyanis ez hatással van a különböző gazdasági, ökológiai, mezőgazdasági, hidrológiai, stb. folyamatokra. Fő kísérőjelensége az időjárás változás, amelynek egyik fontos paramétere a csapadék. Feladatunk a XX. századi 100 éves napi csapadékmennyiségekből álló idősorok vizsgálata, elemezzük a csapadék mennyiségét, területi és időbeli eloszlását valamint a változások tendenciáit. Vizsgáljuk az összes csapadékmennyiséget, a csapadékos napokra vonatkozó átlagot, illetve a szórást, továbbá a 100 éves időintervallumon belüli változást és az évenkénti havi eloszlást is. Ezeken kívül foglalkozunk az egy- illetve többnapos csapadékos szériák elemzésével. A vizsgálat során figyelembe kell vennünk, hogy a kapott eredményeket és az azokból levonható következtetéseket nagymértékben befolyásolják az alkalmazott számítási algoritmusok. Ugyanazokból a kiindulási adatokból eltérő következtetéseket is levonhatunk, attól függően, hogy milyen módszert választunk. A számítási eredmények elemzésében segítséget jelent, ha adatainkat könnyebben értelmezhető formában, grafikusan jelenítjük meg, így eredményeinket grafikonok és 3D felületmodellek segítségével mutatjuk be. Az adatok kiértékelésében és megjelenítésében a hagyományos (statisztikai) módszerek mellett neurális hálózatot is alkalmazunk.

(Kulcsszavak: csapadékmodell, digitális felületmodell, neurális hálózat)

ABSTRACT

The tendencies in the change of precipitation in Hungary

L. Gimesi

University of Pécs, Faculty of Science, Department of Informatics, H-7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

Nowadays, the examination of the climate changes has become a central question in all fields of life, as it has an effect on different processes in economy, ecology, agriculture, hydrology, etc. The main attendant phenomenon of it is the change of weather, one of its important parameters is precipitation. Our task is the examination of the time series, consisting of the daily amount of precipitation of a 100 years in the 20th century; we analyze the amount of precipitation, its distribution in time and space, and the tendencies in the changes as well. We study the aggregate amount of precipitation, the mean in the matter of wet days, and also the deviation; furthermore, the changes in the time interval of a 100 years and the monthly distribution per year. Besides these, we also deal with the analysis of precipitation series for one and for more days. We have to take into consideration that the results we get and the conclusions we can draw from them are highly influenced by the calculation algorithms we use. We can draw different conclusions from the same starting data depending on what method we choose to use. It can be helpful in the analysis of the calculation results if we present our data

graphically, in a form that can be interpreted more easily; this way we can present our results with the help of charts and 3D surface models. In the evaluation and presentation of the data we use – besides the traditional (statistical) methods – neural networks as well.

(Keywords: modelling wet, digital surface model, neural network)

BEVEZETÉS

A Magyarországon 100 év alatt mért csapadékmennyiség különböző szempontok alapján történő elemzése, a területi és időbeli eloszlás, valamint a változások tendenciáinak vizsgálata alapján következtethetünk az időjárás változásra és annak következményeire. Munkánk során az összes csapadékmennyiséget, a csapadékos napokra vonatkozó átlagot, illetve a szórást, továbbá a 100 éves időintervallumon belüli változást és az évenkénti havi eloszlást vizsgáljuk. Ezeken kívül foglalkozunk az egy illetve többnapos csapadékos szériák elemzésével, ahol meg kell határoznunk azt a csapadék-küszöbértéket, amely alatt csapadékmentesnek tekintjük a napot. Ezt az értéket az irodalom (*Dobi, 2000*) alapján 0,1 mm-re állítjuk be.

Tíz város (Bécs, Budapest, Debrecen, Graz, Kalocsa, Keszthely, Mosonmagyaróvár, Szarajevó, Szeged és Zágráb) meteorológiai állomásáról beérkező adatok csoportosítására és kiértékelésére egy Visual Basic nyelven írt programot készítettünk.

Terjedelmi okokból itt nincs arra lehetőségünk, hogy mindegyik meteorológiai állomás összes helyi adatsorát kielemezzük, ezért néhányat ki választunk. Elsősorban Szegeddel foglalkozunk, mivel az itt mért adatok jellemzik legjobban a meleg kontinentális időjárást. (*Dobi, 2000*)

A vizsgálat során nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a kapott eredményeket és az azokból levonható következtetéseket nagymértékben befolyásolják az alkalmazott számítási algoritmusok. Ugyanazokból a kiindulási adatokból eltérő következtetéseket is levonhatunk, attól függően, hogy milyen módszert választunk. (*Seidl, 2005*)

Az emberi gondolkodáshoz közelebb áll a képi megjelenítés, mint a nagy, numerikus adatokat tartalmazó táblázatok, amelyek ugyan pontos információt adnak, de nehezen kezelhetők, és az összefüggések bemutatására sem alkalmasak. Az adatok térbeli elhelyezkedéséről a háromdimenziós digitális felületmodell biztosítja a legszemléletesebb megjelenítést. Ekkor a mérési eredmények a környezettel együtt jelennek meg, így az összefüggések is jól értelmezhetők. (Monitoring esetén a digitális terepmodell animálható, így a változások filmszerűen szemléltethetők.) (*Gimesi, 2004c*)

Az adatok kiértékelésében és megjelenítésében a hagyományos (statisztikai) módszerek mellett neurális hálózatot is alkalmazunk. Összehasonlítunk néhány, a térinformatikában használt interpolációs eljárással, valamint a neurális hálózattal készített terepmodellt.

CSAPADÉKADATOK FELDOLGOZÁSA

A meteorológiai állomásokról a csapadéértékeket napi bontásban (1901. január 1-től 2000. december 31-ig), városonként kapjuk meg. Ebből az adathalmazból kell elvégezni a földrajzi helyekre, illetve különböző idősorokra történő összegzést, valamint a csapadékos napokra vonatkozó átlag és a szórás kiszámítását. A nagymennyiségű adatok feldolgozására Visual Basic-ben írt programot készítettünk. A programnak biztosítania kell a tetszőleges éves időintervallum, valamint az egy és többnapos csapadékos szériák kiválasztását is. (Szériáknak nevezzük azt az időintervallumot, amelyet megelőző és követő napon nincs csapadék, és amelyben nincs csapadékmentes nap.)

A csapadékos szériák számításánál figyelembe kellett venni, hogy a csapadékos időszak átnyúlhat az intervallum határán. Ezt úgy oldottuk fel, hogy vizsgáltuk, mikor végződik egy csapadékos széria, és ha az átnyúlt a következő időszakra, akkor azt ott vettük figyelembe. (Pl. december végén kezdődött egy csapadékos időszak, és az január elején is folytatódott, akkor a decemberi napokat is januárhoz számoltuk.)

A szórás értékét a korrigált empirikus szórással becsüljük:

$$s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n-1} - \frac{(\sum x_i)^2}{n(n-1)}}.$$

A későbbi könnyebb feldolgozás és más programokkal való kompatibilitás érdekében az eredmények közvetlenül egy Excel táblába kerülnek.

3D felületmodell

A számítási eredmények elemzésében segítséget jelent, ha adatainkat könnyebben értelmezhető formában, grafikusan jelenítjük meg. Ennek egyik módja a 3D felületmodell. A háromdimenziós felületmodell egy közönséges háromdimenziós geometriai tér, amelyre igaz a $z = f(x, y)$ összefüggés. (Korn, 1975)

Ha egy háromdimenziós koordináta-rendszerben az x, y egy földrajzi hely EOV (Egységes Országos Vetületi rendszer) koordinátáját jelenti, és a z nem távolságot (magasságot), hanem valamilyen mennyiséget (pl. csapadék) tartalmaz, akkor egy olyan digitális felületmodellt kapunk, amely megadja, hogy egy adott hely (pl. meteorológiai állomás) koordinátához milyen csapadéértékek tartoznak. Az 1. ábra Magyarországon 1981 és 1990 között mért, a csapadékos napokra számított átlagcsapadékot mutatja. Mivel az ábra háromdimenziós (perspektívikusan megjeleníthető), így együtt láthatjuk a mérési helyek földrajzi elhelyezkedését, és az adott helyen mért értékeket.

1. ábra

Csapadékatlag 1981 és 1990 között

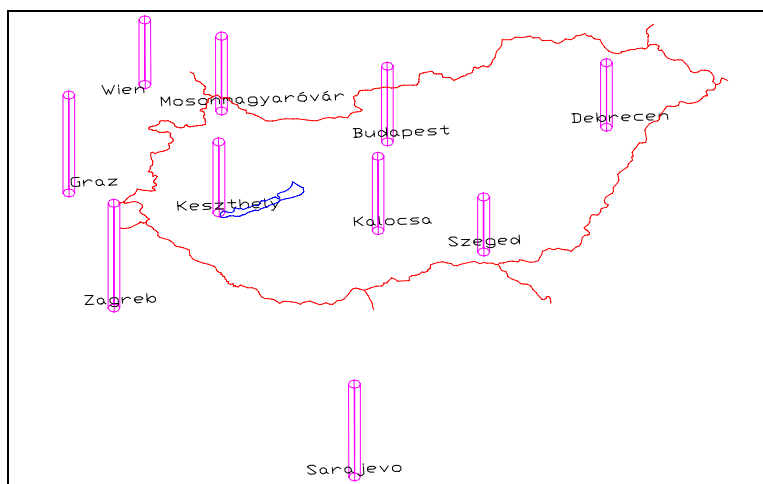


Figure 1: Average of precipitation between 1981 and 1990

A 3D felületmodell megjelenítéséhez (lerajzolásához) egy képzeletbeli hálót fektetünk a felületre, melynek celláit homogénnek tekintjük. (A cella helye adja meg a rajz x és y koordinátáit, a cella értéke pedig a z koordinátát.) A rajz elkészítéséhez szükségünk van az összes cellaérték ismeretére.

Mivel az adott terület minden egyes pontjáról nem rendelkezünk információval (képtelenség adatot begyűjteni és tárolni tetszőlegesen nagy számú mintavételezési helyről), ezért az ismeretlen adatok meghatározásához közelítő eljárást kell alkalmaznunk. (Gimesi, 2004a) Ehhez a szakirodalmak (pl. Steiner, 1990; Iványi, 2004) több módszert is ajánlanak: statisztikai függvények, 3D evolúciós algoritmusok, neurális hálózatok, Fuzzy algoritmusok, fraktálok, stb. Mi a feladat elvégzéséhez nem a hagyományos (statisztikai) módszerrel történő adatmeghatározást választjuk, hanem egy új, a térinformatikában eddig kevésbé használt eljárást alkalmazunk, a neurális hálózatot.

A 3D felületmodellre a 2. ábrán látható példa, amelyet az 1. ábránál is használt adatokból állítottunk elő.

2. ábra

Csapadékatlag 1981 és 1990 között 3D modellel

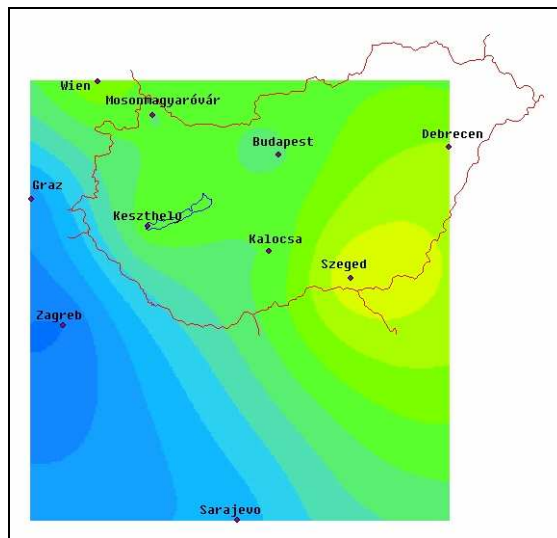


Figure 2: Average of precipitation between 1981 and 1990 with a 3D model

Az a tény, hogy a modellezéshez szükséges adatokat rögzített mérőhelyekről nyertük, befolyásolja az interpolálással kapott eredményünk pontosságát. Egy domborzati terepmodell elkészítésénél a felmérés során láthatóak a felszín jellemzői (pl. minimum, maximum helyek), ezért az adatgyűjtés során ezekről a jól meghatározott helyekről vehetünk mintát. Egy korrekt felmérés alapján a valóságot jól közelítő domborzati modellt állíthatunk elő. Feladatunk esetében más a helyzet, ugyanis a kötött helyekről vett mintákról nem tudjuk megállapítani, hogy azok mennyire jellemző értékek (a szélsőérték két állomás között is elhelyezkedhet). Ez érvényes az időjárási adatokra, különösen a csapadék értékeire, ugyanis a hőmérséklet viszonylag homogén eloszlású,

azonban ez a csapadékról nem mondható el. (Pl. zápor formájában egyszerre nagy mennyiség hullik, és ha ez nem esik mérőállomás közelébe, akkor nem is kerül regisztrálásra.) Ezért is fontos, hogy a becslési módszert helyesen válasszuk ki.

Neurális háló (NN)

Az adatok kiértékelésében és megjelenítésében a korábbi kedvező tapasztalatok miatt – a hagyományos (statistikai) módszerek mellet – neurális hálózatot is alkalmazunk.

Az idegsejt modellezésével az irodalom (Gimesi, 2004b) részletesen foglalkozik, itt csak a lényegét emeljük ki.

Az idegsejt modelljét a 3. ábra (bal oldali részlet) szemlélteti. Az ingerület (i) szinapszisokon keresztül jut el az idegsejtre, ahol az ingerület erősödhet vagy gyengülhet (ennek mértékét egy súlyszámmal w -vel jelöljük), az idegsejt felületén a beérkező ingerületek összegződnek:

$$x = \sum_{j=1}^n i_j w_j$$

Ha az eredő inger (x) eléri a küszöbszintet, akkor kialakul az ingerület (y), amely átadódik a következő idegsejtre. Az idegsejt „átviteli függvénye” $f(x)$, így a kialakult ingerület:

$$y = f\left(\sum_{j=1}^n i_j w_j\right)$$

Az idegsejtekből felépülő egyszerű idegrendszermodellt (neurális hálót) a 3. ábra (jobb oldali részlet) mutatja be.

3. ábra

Az idegsejt és a neurális hálózat modellje

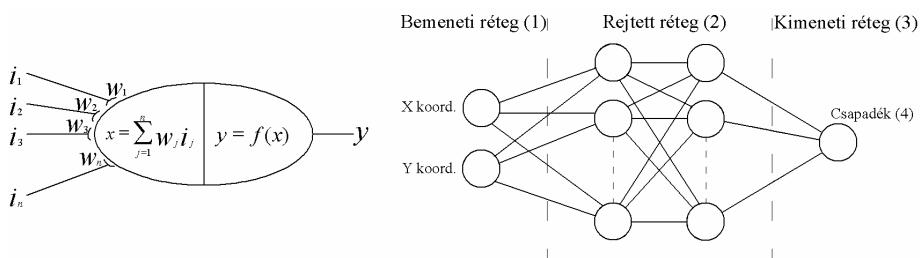


Figure 3: Model of the nerve-cell and neural network

Input layer(1), Hidden layer(2), Output layer(3), Precipitation(4)

Az ingerfelvevő (érzék-) sejtek alkotják a bemeneti (input) réteget. Itt annyi neuron található, ahány bemenő adat (változó) tartozik egy feladathoz. Esetünkben ez az x és y (EOV) koordinátaár.

A következő (rejtett) réteg reprezentálja az idegrendszert, ahol a neuronok a legváltozatosabb módon kapcsolódhatnak össze. E rétegben több alréteg is definiálható. A szükséges neuronok számának meghatározására több elmélet is született. A tapasztalatok azt mutatják,

hogy egzakt módon ez nem határozható meg, ezért a korszerű szimulációs (modellező) programok az alrétegek és a neuronok számát is képesek automatikusan változtatni.

Az ingerekre adott válasz – ahogy az idegrendszerben is – a kimeneten jelenik meg. A kimeneti rétegben (output) annyi neuron van, ahány kimeneti (eredmény) érték. (Jelen feladatban ez a csapadék mennyiségét jelenti.)

Az input neuronról érkező jel a következő szint mindegyik neuronjára rákerül w_j -vel (súlyszámmal) való szorzás után. A neuronra érkező jelek összegződnek, majd az átviteli függvénynek megfelelően megjelennek a neuron kimenetén, innen továbbjutnak a következő réteg (alréteg) neuronjaira megszorozva az összeköttetésre jellemző súlyszámmal. Ez addig folytatódik, amíg a kimeneti réteget el nem érjük. Az output neuronokban csak összegzés történik.

A bonyolultabb modelleknél (ahogy a valóságban is) a kapcsolatok nemcsak a következő réteg neuronjaival alakulhatnak ki, hanem bármelyik rétegben lévővel, sőt visszacsatolás is lehetséges, vagyis a kimeneten megjelenő jel visszajuthat egy előző rétegbe.

A neurális háló használatához – első lépésként – meg kell terveznünk a hálózatot, ezt követően a szimulációs program meghatározza – az ismert adatok (mérési eredmények) alapján – a súlyszámokat (w_j). Ez a tanulási folyamat. (Gimesi, 2004a)

EREDMÉNYEK

Az elemzés folyamán elsősorban a csapadékváltozás tendenciáját illetve a környezetre gyakorolt hatását vizsgáljuk.

Első lépésként a meteorológiai-állomásokon mért összes csapadékmennyiséget, illetve a csapadékos napokra vonatkozó átlagot elemezzük. A mérési adatokat 3D terepmodell segítségével mutatjuk be.

Az éves csapadék mennyiségéből látható, hogy az évek alatt hogy változott az összes csapadék. A csapadékos napokra eső átlagot az éves összes csapadékkal együtt vizsgálva a következő megállapításokra jutottunk: ha az éves mennyiség nem változik, viszont az átlag nő, akkor csökken a csapadékos napok száma, vagyis rövidebb idő alatt több csapadék hullik. A rövid idő alatt hullott nagymennyiségű csapadék nem tud a talajba beszívárogni, így ez kevésbé növeli a talaj vízkészletét, illetve az elfolyó csapadék talajeróziót okozhat.

Abban az esetben, ha az átlag nem változott, viszont nőtt a csapadék mennyisége, akkor több volt a csapadékos napok száma.

Vizsgáljuk a mérési helyeket külön-külön is, ahol nézzük a havi csapadék változásának tendenciáit. A trendeket grafikonokon, a havi mennyiségek éves változását pedig 3D felületmodell segítségével mutatjuk be.

Elemezve az összes csapadék mennyiségi változásának tendenciáját, enyhe csökkenést tapasztalunk (4. ábra), azonban figyelemreméltó a június és a július havi változás tendenciája (5. ábra). Azt tapasztaljuk, hogy amilyen mértékben csökken a június havi csapadékmennyiség, hasonló mértékben emelkedik a júliusi, ami azt jelenti, hogy a csapadékos időszak eltolódik. Ezt jól szemlélteti a 6. ábra, ahol látszik, hogy nemcsak e két hónapra jellemző ez a tendencia. Az ábrán az éves változást havi bontásban 3D felületmodell segítségével ábrázoljuk.

A csapadék havi eloszlásának változása gondot jelenthet a mezőgazdaság számára, mivel a növények életciklusa nem változik. Az elemzésből az is kiderül, hogy a téli hónapokban jelentősen csökken a csapadék mennyisége, ez kisebb hótakarót jelent, ami növelheti a fagykárokat, illetve hóolvadáskor kevesebb csapadék jut a talajba.

A fentiekén kívül elemeztük még a csapadékos szériák (1-7 napos csapadékos időszakok) viselkedését. A Szegeden hullott csapadékmennyiség trendjét vizsgálva (4. ábra) kismértékű csökkenést tapasztalunk. Azonban a szériák vizsgálatakor (7. ábra) azt látjuk, hogy az egy és kétnapos szériák esetében a tendencia jelentős csökkenést mutat, a hosszabb szériák esetében viszont növekedés tapasztalható.

4. ábra

Szegeden mért csapadékváltozás

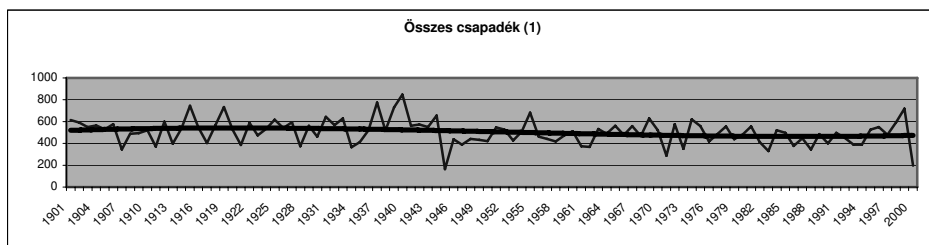


Figure 4: Change of precipitation in Szeged

Total precipitation(1)

5. ábra

Június és július havi csapadékváltozás Szegeden

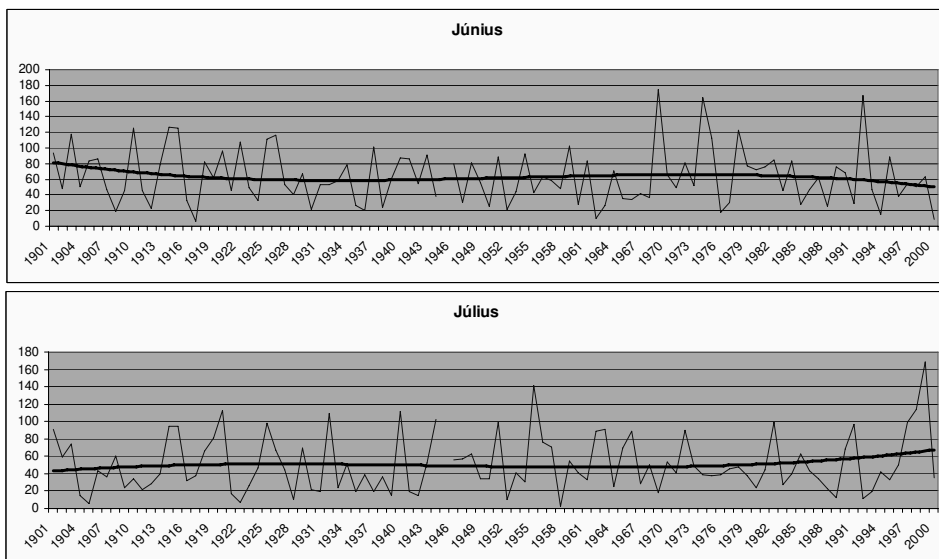


Figure 5: Change of precipitation in Szeged in June and July

6. ábra

Csapadékváltozás havi bontásban Szegeden

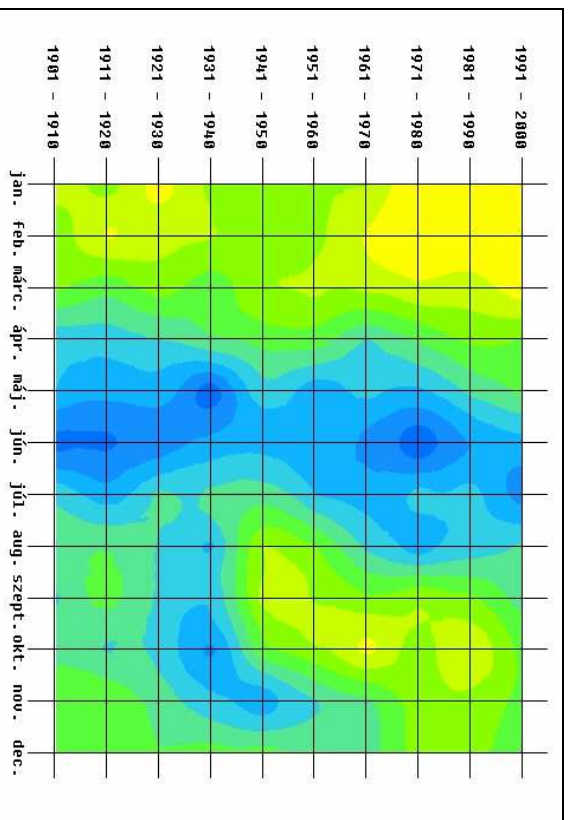


Figure 6: Monthly change of precipitation in Szeged

7. ábra

A szériák változása Szegeden

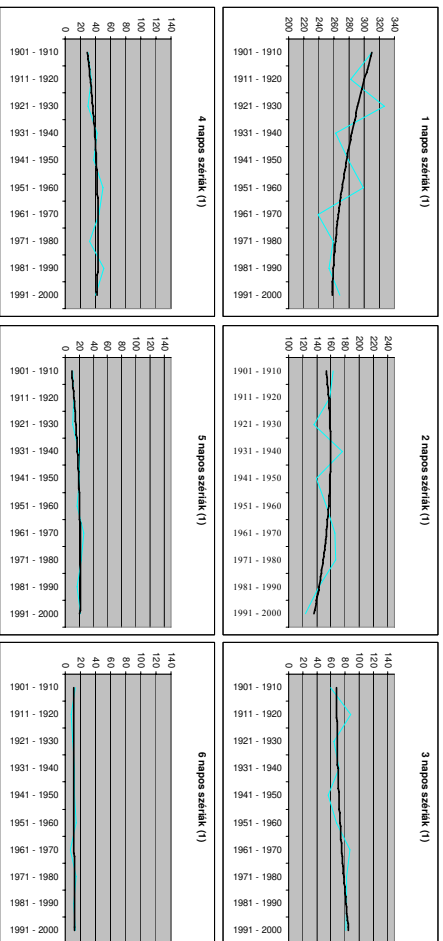


Figure 7: Change of series in Szeged

Number of daily length of series(1)

8. ábra

Csapadékváltozás havi bontásban Debrecenben, krigeléssel

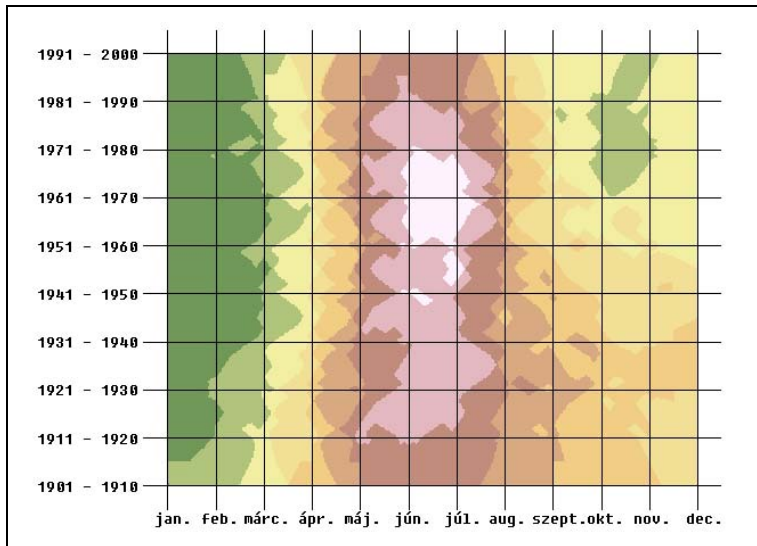


Figure 8: Monthly change of precipitation with Kriging in Debrecen

9. ábra

Csapadékváltozás havi bontásban Debrecenben, neurális hálóval

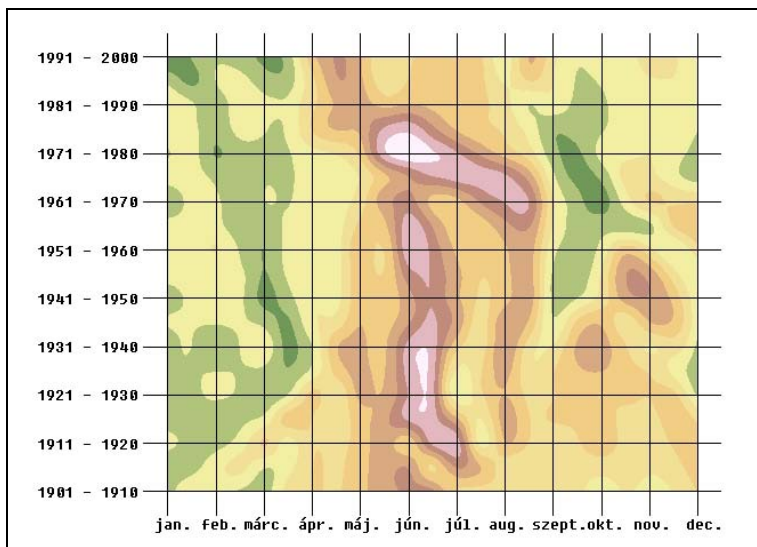


Figure 9: Monthly change of precipitation with neural network in Debrecen

A neurális hálóval végzett interpolálás használhatóságát összehasonlítottuk az ArcView program által használt eljárásokkal (krigelés, spline, inverz távolság), amelyek a geostatistikában általánosságban használt metódusok. Néhány esetet kivéve az eredmények jól közelítették egymást. Azonban, ha jelentős volt a mért értékek szórása (nem volt elég sima a felület), néhány esetben a hagyományos módszerek (elsősorban a krigelés) értékelhetetlen eredményt adtak. Ezt jól mutatja a (8. ábra), ahol látható, hogy a kép teljesen szétesik, így nem tudunk értékelhető információt leolvasni róla. A neurális hálózattal ezt a problémát nem tapasztaltuk (9. ábra).

A neurális háló további előnye, hogy több – az eredményt befolyásoló - bemenő adattal is dolgozhatunk (pl. tengerszint feletti magasság, hőmérséklet, napsütéses órák száma, szélerősség, stb.). A módszer hátránya, hogy a hálózat kialakítása és a tanulási folyamat nagy erőforrást igényel, viszont a felépített (megtanított) neurális háló már nagyon gyorsan működik.

További feladatunk a különböző közeli és távoli meteorológiai események hatásának vizsgálata a csapadékváltozásra, valamint a száraz és csapadékos szériák közötti összefüggések felismerése.

IRODALOM

- Dobi, I., Mika, J., Szeidl, L. (2000). Modelling wet and dry spells with mixture distribution. *Meteorology and Atmospheric Physics*. 73. 245-156.
- Gimesi, L., Béres, Cs.Z., Bérczi, Sz., Hegyi, S., Cech, V. (2004a). Teaching planetary GIS by constructing its model for the test terrain of the Hunveyor and Hussar. 35th Lunar and Planetary Science Conference. Houston. 1140.
- Gimesi L. (2004b). Neurális hálózatok és térinformatikai alkalmazásuk. *Térinformatika*, 7. 13-15.
- Gimesi L. (2004c). Mesterséges intelligencia alkalmazása a rekultivációban. *Acta Agraria Kaposváriensis, Kaposvári Egyetem*. 8. 3. 1-9.
- Iványi A. (2004). *Informatikai algoritmusok I.* ELTE Eötvös Kiadó : Budapest.
- Korn, G.A., Korn, T.M. (1975). *Matematikai kézikönyv műszakiaknak.* Műszaki Könyvkiadó : Budapest.
- Steiner F. (1990). *A geostatistika alapjai.* Tankönyvkiadó : Budapest.
- Szeidl L., Gimesi L., Markó T. (2005). Időjárás generátor és a sztochasztikus modellezés néhány kérdése; VII. Magyar biometria és biomatematikai konferencia. Budapesti Corvinus Egyetem.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Gimesi László

PTE TTK Informatika Tanszék,

7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

University of Pécs, Faculty of Science, Department of Informatics,

H-7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

Tel., Fax: 36-72-503-697

e-mail: gimesi@ttk.pte.hu



Kistelepülések digitális térkép kialakításának lehetősége

Barabás T., Micsinai R.P., Honfi V.

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Informatikai Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba Sándor út 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Bemutásra kerül egy olyan módszer, melynek segítségével a kistelepülések papír alapú térképei átalakíthatóak digitálissá. Létrehoztuk egy kistelepülés digitalizált térképét, amit térinformatikai módszerek alkalmazásával más vizsgálatokra is fel lehet majd használni.
(Kulcsszavak: térkép, digitalizálás, kistelepülés)

ABSTRACT

Possibility of the digitalized map developing on small settlement

T. Barabás, R.P. Micsinai, V. Honfi

University of Kaposvár, Faculty of Economic Science, Department of Information Technologie, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

A method will be introduced, that can help paper based maps of the small settlements to be converted, that way the computerized process will be easier later. We created the digital map of a small settlement, which can be used for other examinations with the application of GIS.
(Keywords: map, digitalizing, small settlement)

BEVEZETÉS

2000-ben Magyarországon a lakosság 18%-a a fővárosban, 45%-a egyéb városokban, míg 37%-a községekben élt. A lakosság csaknem egyharmada 5 000 főnél kisebb lélekszámú településen lakik, egyhatodának lakóhelye népessége pedig nem éri el a 2 000 főt. Vizsgálatunk célpontjául az ország ilyen kistelepüléseit választottuk.

A térinformatikai rendszereket és módszereket eddig elsősorban a nagyobb városok esetében alkalmazták, digitalizált térképpel rendelkezik többek között Szeged és Zalaegerszeg is. Napjainkban azonban még sok olyan nagyváros található Magyarországon, amelyik nem rendelkezik ilyen típusú térképpel, ezért amíg ezeket létre nem hozzák, addig a kisebb lélekszámú települések kevesebb figyelmet kapnak. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy kutatásaink során nem találkoztunk egyetlen kistelepüléssel sem, amelyik digitalizált térképpel rendelkezett volna.

Sok lehetőség rejlik ezekben a falvakban, amelyek jelenleg még kihasználatlanok. Ezek a területeken a falusi turizmus, az ökoturizmus fejlesztése a megélhetést jelentheti az ott élők számára, csökkentheti a munkanélküliséget és kismértékben, de lelassíthatja az ilyen kis lélekszámú falvakra jellemző elnéptelenedést is. A fejlesztések tervezéséhez, a különböző projektekhez szükség van pontos térképekre, melyek nagyon sok esetben nem állnak rendelkezésre sem a tervezést végző vállalatok, sem az azt megrendelő önkormányzatok számára.

Ezeknek a falvaknak azonban nem ez az egyetlen problémája. Az egyik legfontosabb a pénziány, mivel a rendelkezésükre álló keret gyakran csak a létfenntartásra elegendő, a projekt megtervezésére és megvalósítására viszont már nem jut pénz. A környezetvédelmi projektek is csak papír térképen léteznek, de a térképek sokszorosítása, kezelése körülmé-

nyes, nem beszélve sérülékenységről. A digitalizált térképek előnye, hogy könnyebben lehet vele tervezni, tárolásához nem kell nagy hely és a sokszorosítása is egyszerűbb.

További problémát jelent, hogy a kistelepülések egy részén nem megfelelő az infrastruktúra kiépítettsége. Egyes településeken a villany, máshol a gáz, vagy a csatornarendszer nincs kiépítve. A digitális térképek segítségével ezek tervezése, illetve fejlesztése is könnyebbé tehető.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatunkat egy Somogy megyei kistelepülésen, Ecsenyen végeztük, amely 33 kilométerre található Kaposvártól. Lakosainak száma a vizsgálatkor 262 fő volt, a lakások száma 160 db. A település összes épületében van áram, ivóvíz, gáz, telefon, és a csatornarendszer is ki van építve, azonban hátrányos tulajdonságai, hogy zsáktelepülés, a munkanélküliség mértéke 100% és a település útjai közül mindössze a főútja van lebetonozva.

Munkánk főbb lépései a következők voltak:

- papírtérkép beszerzése
- papírtérkép digitalizálása
- képfeldolgozó programok alkalmazása
- térinformatikai szoftverek használata
- objektumok definiálása
- megjelenítés

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Kutatásaink során nem talákoztunk olyan térképpel, amely a kellő részletességgel, és léptékben ábrázolta volna a községet, a földhivatalban rendelkezésre álló térkép nem volt kellőképpen részletezett, további felhasználásra alkalmatlan volt.

A község polgármestere rendelkezésünkre bocsátotta az önkormányzat tulajdonában levő eredeti papír térképeket. Nagysága miatt (az utcák hossza összesen 15 km) csak 5 db térkép tudta teljes egészében lefedni a települést, figyelembe véve a megfelelő részletességet. A vizsgálathoz 1:2000 méretarányú belterületi térképeket használtunk (1. ábra), amelyekre a legfrissebb változásokat 1977-ben vezették át.

1. ábra

Ecseny 1:2000 arányú térképe

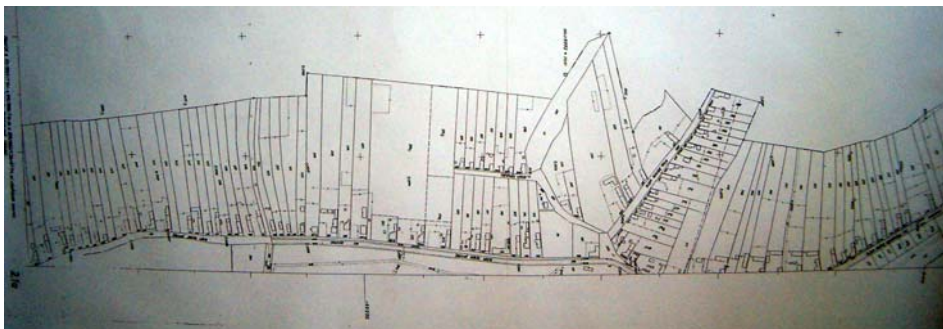


Figure 1: 1:2000 scale map of Ecseny

A **papírtérkép digitalizálását** megelőzően az eredeti papír térképről másolat készült, amelyen a digitalizálás szempontjából fontos információkat tüntettünk fel. A térképszelvényeket A3-as lapok nagyságával megegyező téglalapokra osztottuk fel, majd elláttuk őket azonosítókódokkal, amelyek a térkép későbbi összeillesztéséhez voltak szükségesek.

A digitalizálás egy A3-as lapméretű scannerrel történt, melynek olvasófelületére ráhelyeztük a térképszelvényeket az előre berajzolt téglalapnak megfelelően. A folyamatot meghatározott sorrendben végeztük, a falu déli részétől észak felé haladva, ezáltal elkerültük, hogy bármelyik térképrészlet kimaradjon és megkönnyítettük a későbbi feldolgozást is. A sikeres digitalizálás után 17 darab térképrészlet állt a rendelkezésünkre (2. ábra).

2. ábra

Digitalizált térképrészlet

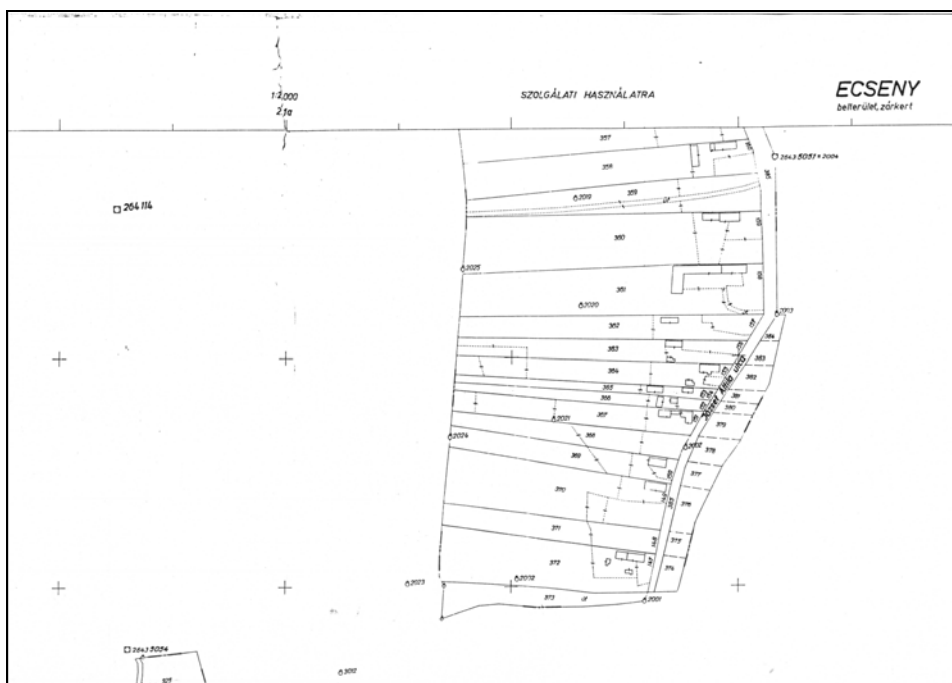


Figure 2: Digitalized part of map

A **képfeldolgozó programok alkalmazásával** lehetőségünk nyílt javítani a scannelt térképrészlet minőségén, valamint segítségükkel összeilleszthettük a részleteket egy egész térképpé. A *GIMP 2.2.10.* program egy szabadon terjesztett szoftver olyan feladatok elvégzésére, mint fotóretusálás, képszerkesztés és képkészítés, valamint számos egyéb lehetőség. Használata során eltüntettük azokat a térképi jelöléseket, amelyek a munkánk további részéhez nem szükségesek: a digitalizálás előtt berajzolt segédvonalakat, valamint azokat a szennyeződések, amelyek a fénymásolás során keletkeztek (3. ábra). Ezeket a műveleteket az összes térképszelvényen elvégeztük.

3. ábra

Térképrészlet a GIMP alkalmazása után

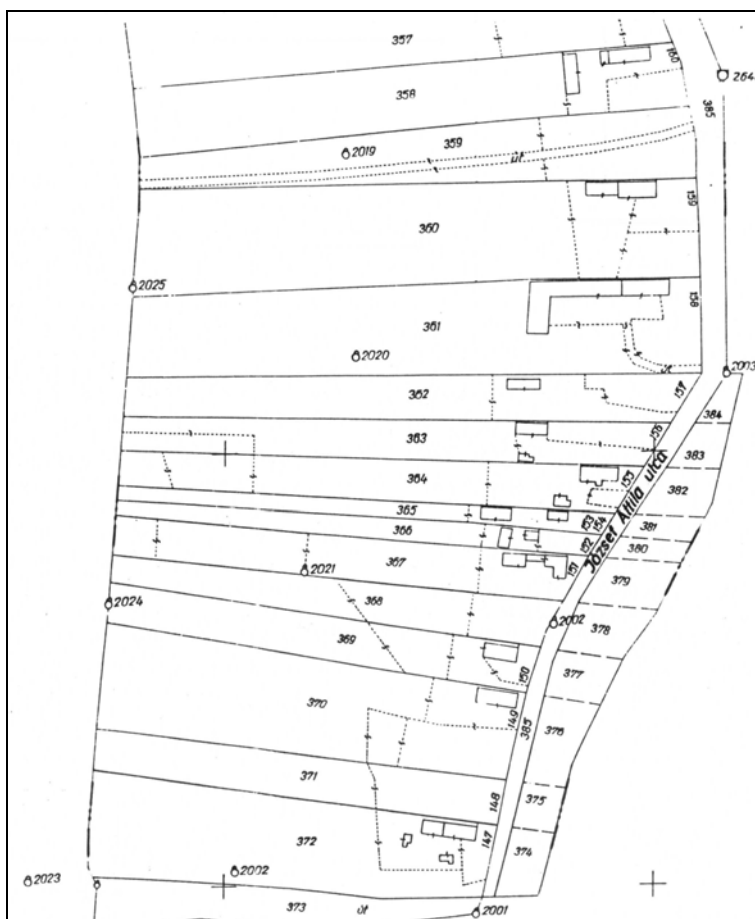


Figure 3: Part of map after using GIMP

A térképrészletek összeillesztése ezt követően a *Corel Photo Paint 9* szoftverrel történt. A *CorelDRAW* illusztrációk, képek készítésére szolgáló alkalmazás, amely a kreatív eszközök széles választékát biztosítja a felhasználók számára. A *Corel Photo Paint* egy képszerkesztő alkalmazás, amely képek készítésére és módosítására szolgál, és rengeteg effektust biztosít ezek során. Első lépésként létrehoztunk egy akkora méretű képállományt, amelyre az egész térkép ráfér. Ezt követően beállítottuk az alapkép háttérszínét – jelen esetben ez fehér –, valamint a szélességére és hosszúságára vonatkozó paramétereket, majd a letisztított térkép-szelvényeket egyenként beillesztettük. A beexportált képeket a program mindig az aktuális kép közepére helyezi, ezért ezeket forgatás, átméretezés után a helyükre illesztettük.

Ekkor még csak nagyjából illesztettük össze a részeket, hogy megvizsgáljuk tényleg elegendő-e az alapkép mérete az egész térképnek. A térkép összeállításakor

segítségünkre voltak a korábban elhelyezett kódok, amelyek segítségével tudtuk, hogy melyik kép mellé vagy alá melyiket kell illeszteniünk. A kép elkészítése után ez viszonyítási alapként szolgált.

Újra megnyitottunk egy üres képállományt az optimális méretezéssel és megkezdtük a térkép pontos összeillesztését. Ekkor a beexportált képeket már pontosan úgy helyeztük el, hogy a kívánt részek fedésbe kerüljenek egymással. A hosszadalmas munka sok türelmet igényelt, mivel nem mindegyik szelvény passzolt a másikhoz tökéletesen, ekkor a szelvényt forgatással, szélesítéssel módosítottuk, ami igencsak lelassította a folyamatot.

A *Photo Paint* csak a számára felismerhető formátumba tudja elmenteni a térképet, ezért olyan formátumot választottunk, amelyet más programok – pl. a későbbiekben használandó térinformatikai szoftverek - is olvasni tudnak, így JPEG képállományba mentettünk.

A **térinformatikai szoftverek használata** során az elkészült térképet további feldolgozásra alkalmas formába hoztuk. Az *AutoDesk Map 3D 2006* 30 napos próbaverziójának alkalmazásával az elkészített térképen megkezdtük az objektumok definiálását (4. ábra).

4. ábra

Objektumok definiálása poligonnal

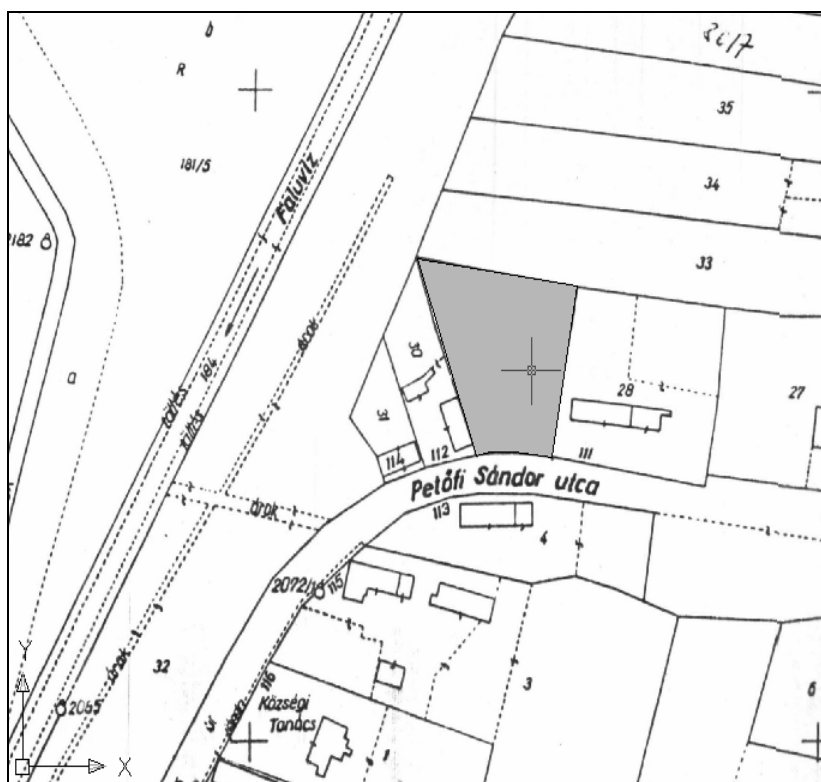


Figure 4: Definition of objects with polygons

Ügyelve a telekhatárokra minden olyan telket poligonnal határoltunk körül, amelyhez valamilyen információt tudtunk kapcsolni. Egy-egy telekhez több adat is a rendelkezésünkre állt, melyek különbözősége miatt a 262 telken egyenként kellett a folyamatot elvégezni.

Az elkészült állományt ESRI Shape fájlba mentettük, mivel a **megjelenítő** szoftver az *ArcExplorer 9.1* ezt a formátumot tudja értelmezni. A program az előbb említett Shape fájlokat, mint layereket (térképrétegeket) értelmezi, ezeket beolvastuk a memóriájába.

5. ábra

Az *ArcExplorer* kezelőfelülete

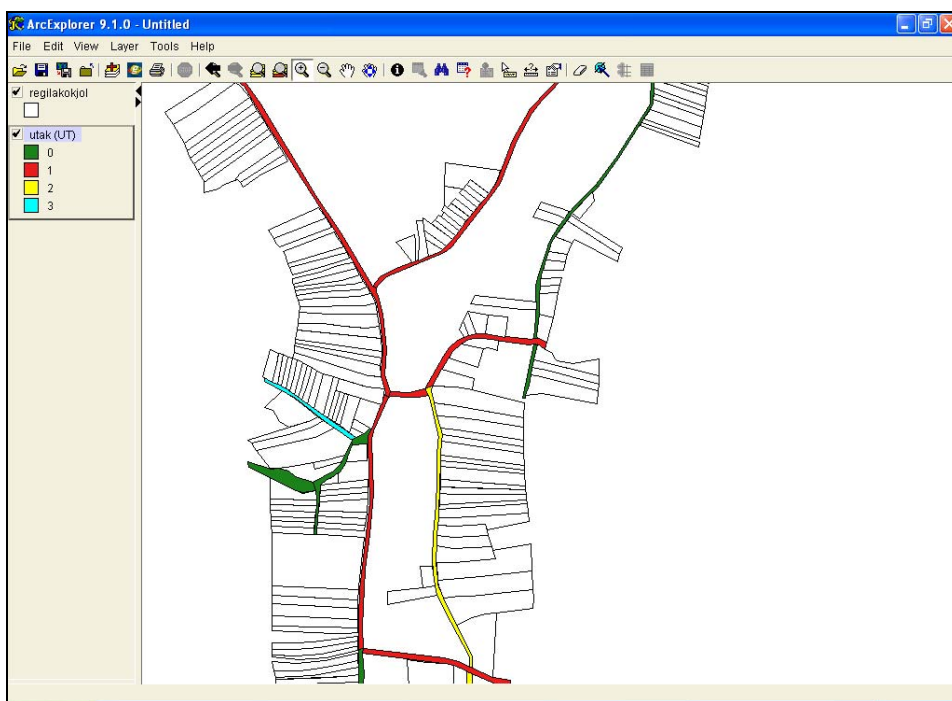


Figure 5: Operating surface of *ArcExplorer*

Kiválóan jeleníthetők meg rajta az adatok, például az 5. ábrán fehérrel ábrázolt objektum az összes feldolgozott telket jelenti, míg alatta a többszínű skála az utak állapotára vonatkozik aszerint, hogy milyen típusú az út. A szoftver egyik előnye, hogy egyidejűleg több tulajdonság is megjeleníthető vele, valamint alkalmas a változások szemléltetésére és kapcsolt adatbázis adatainak megjelenítésére is.

KÖVETKEZTETÉSEK

Munkánk elsődleges célja az volt, hogy bemutassuk egy választott kistelepülés digitális térképének elkészítését. A vizsgálat során ingyenesen hozzáférhető programokat vagy

próba-verziókat alkalmaztunk, ezért a programokat nem kellett megvásárolnunk, így jelentős összeget tudtunk megtakarítani, ezért kijelenthetjük, hogy a térképet költségkímélő módon hoztuk létre.

A módszer másik előnye, hogy rövid idő alatt megvalósítható, mivel a scannelésre fordított idő mindössze fél óra volt, a képszerkesztő programok alkalmazása és az objektumok definiálása pedig 2-2 napot vett igénybe, így a térkép előállítása egy hét alatt megoldható, nem tart hónapokig.

A módszer más kistélepülések esetében is alkalmazható, így költség hatékony módon állna a rendelkezésükre digitalizált formában a település térképe, megkönnyítve ezzel a további tervezést, fejlesztéseket. A térkép segítségével, vagy a hozzá kapcsolt adatbázisokkal különböző vizsgálatokat, elemzéseket, kimutatásokat, tanulmányokat lehet létrehozni.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Barabás Tamás

7400, Kaposvár Honvéd u. 49

H-7400, Kaposvár Honvéd u. 49

Tel.: 36-82-420-500

e-mail: tomaboi@freemail.hu



Vidékfejlesztési adatok elemzése térinformatikai módszerekkel Somogy megye településein

Micsinai R.P., Honfi V.

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Informatikai Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba Sándor út 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A komplex mutatók alkalmazásával lehetőség nyílik a települések könnyebb összehasonlítására. A mutatót alkotó változók kiszámításához statisztikai ismeretek szükségesek, azonban a településeket jellemző számadatok időnként elégtelenek a megfelelő elemzéshez. A térinformatikai programok segítségével az adatok kiegészíthetők az objektumok helyzetével, ezáltal az osztályozást követően lehetőség van a szomszédos települések összehasonlítására. A térinformatikai szoftverek előnye közé tartozik, hogy egyszerre többféle adat megjelenítésére is alkalmasak, így az elemzésnél egyidejűleg több szempontot is figyelembe lehet venni. Célunk egy olyan GIS adatbázis létrehozása volt, amely az ország bármely kistérségében alkalmazható a vidékfejlesztési adatok tárolására, illetve elemzésére, valamint a települések fejlettségének megítélésére. Az adatbázist előbb a Fonyódi kistérség adatainak felhasználásával készítettük el, majd kiterjesztettük Somogy megyére, így lehetőségünk nyílt többfajta települést megfigyelni. (Kulcsszavak: vidékfejlesztés, térinformatika, komplex mutató)

ABSTRACT

Analysing datas of rural development with GIS methods on the settlements of Somogy county

R.P. Micsinai, V. Honfi

University of Kaposvár, Faculty of Economic Science, Department of Information Technologie, Kaposvár, H-7400 Guba S. út 40.

With using the complex indexes opportunity is presented to compare the settlements more easily. Statistical knowledge is needed to count the variables forming the index, however the data, which are typical of the settlements, are sometimes insufficient for the suitable analysis. With the help of GIS softwares, the data can be completed with the position of the objects, hereby after the classification an opportunity is presented to compare the neighboring settlements. One of the advantages of the GIS softwares is that they are suitable to represent several data simultaneously, so several viewpoints can be considered at the analysis at the same time. Our object was to create a GIS database, that can be used to store and analyze data of rural development, and to judge the development of the settlements in any "kistérség" of the country. First we made the database with using the data of "Fonyód kistérség", than extended it to Somogy County, that way we had opportunity to observe several types of the settlements.

(Keywords: rural development, GIS, complex index)

BEVEZETÉS

Országosan elfogadott, egységes szakmai elvek alapján készült településfejlettségi vizsgálatokra nagy szükség van a terület- és településfejlesztésre szánt központi pénzforrások igazságos elosztása, az országos és megyei pályázatok elbírálása, a terület- és település-fejlesztési tervek megalapozása érdekében (Tohai, 1999).

A települések vezetői számára nélkülözhetetlen a településük fejlettségi szintjének ismerete és hogy az hogyan viszonyul az ország többi településének fejlettségéhez. A kistérségi, megyei és regionális fejlettségi vizsgálatok alapját is a településszintű vizsgálatok adják, mivel a nagyobb területi egységek a hozzájuk sorolt településekből állnak, így azok mutatói határozzák meg a fejlettségüket.

Az elmúlt két évtizedben számos vizsgálat, kísérlet született a települések fejlettségének meghatározására. Az 1980-as évek végétől az elmaradott térségek felzárkóztatására kormány-programot hirdettek, amelyhez szükség volt az érintett települések kijelölésére. Az 1990-es évek elején felülvizsgálták az elmaradott területek körét, valamint a fejlettség megítélésakor használt mutatókat. 1992-ben egy olyan 11 változót tartalmazó mutatórendszer alakult ki, amely lehetővé tette a települések hátrányos helyzetének kimutatását többek között a gazdasági háttérben, a demográfiai, iskolázottsági viszonyokban és az infrastrukturális ellátottságban. A következő években felülvizsgálták a települések lehatárolásának feltételrendszerét és az alkalmazott módszert, így előbb 24-re növelték a vizsgált mutatók számát, majd előbb 20-ra, később pedig 16-ra csökkentették azt, de továbbra is a korábban kiválasztott 11 változót alkalmazták. A ma alkalmazott módszer, mely szerint egy komplex mutató kiszámításával adják meg a települések fejlettségét, 1997-ben alakult ki 28 változó bevonásával, melyek közül több mutatót kihagytak illetve összevontak 2001-ben, az ismételt felülvizsgálat során.

A vizsgálat során olyan GIS adatbázist hoztunk létre, amely az ország bármely kistérségében alkalmazható a vidékfejlesztési adatok tárolására, illetve elemzésére, valamint a települések fejlettségének megítélésére. Az adatbázist Somogy megye adatainak felhasználásával készítettük el, így több fajta települést (Balaton-parti, háttér-, zsák-települések és nagyobb városok) is megismertünk. A kutatás során 1999-es és 2003-as adatokat használtunk fel, bázisévnek 1997-et tekintettük, ezáltal lehetőségünk nyílt az időbeli változások követésére. A vizsgált időszak kiválasztásában fontos szerepet játszott a 2001-es népszámlálás, mely pontosította a korábbi évek becsült adatait, ezért egy azt megelőző és egy azt követő évet választottunk ki, mivel a vizsgálatot rövid időszak figyelembe vételével szükséges elvégezni.

A települések fejlettségének objektív számítások alapján történő megítélése évente szükséges, mert a politikai döntéshozók és a települések irányító testületei számára elengedhetetlen a helyzet pontos ismerete (Oláh, 2003).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálat során az objektumok tulajdonságait leíró attribútum adatokat az objektumok helyzetét megadó geometriai adatokkal társítottuk. Ezek az objektumok a valós világot alkotó jelenségek, entitások logikai modellben szereplő digitális megfelelői. Attribútum adatként kezeltük mindazokat az alapadatokat, amelyekből kiszámíthatóak a települések fejlettségét meghatározó komplex mutató összetevői. Ezeket a változókat az érvényben lévő szabályozás alapján választottuk ki, a 24/2001 (IV. 20.) országgyűlési határozat figyelembe vételével. Az attribútum adatokat Microsoft Access program segítségével

dolgoztuk fel adatbázis formájában, ügyelve azokra a kapcsolatokra, amelyekkel megkönnyíthetjük a vidékfejlesztési mutatók kiszámítását a későbbi, térinformatikai feldolgozás során. Az adatbázis elkészítését követően megterveztük a lekérdezéseket, melyek a vizsgálat során használt mutatók kiszámítását célozták. A lekérdezéseket SQL nyelven hajtottuk végre a Microsoft Access program segítségével, majd a lekérdezések eredményét Microsoft Excel táblázatba exportáltuk.

Az adatbázis lekérdezéseiből készült Excel alapú adatforrást és a települések általános adatai alapján meghatározott objektumadatokat az Autodesk Map 3D 2006 nevű programmal illesztettük a Központi Statisztikai Hivattaltól kapott térkép újrადigitalizált változatához. A települések közigazgatási határait ábrázoló térképről készült JPEG formátumú kép segítségével készítettük el az elemzések során használt térkép alapját, melyben minden település önálló objektumként jelenik meg. Az objektumokat olyan azonosítókkal láttuk el, melyek nélkül nem valósítható meg a kapcsolat a térkép és az adatbázis lekérdezései között. Az elkészült térképről exportáltuk az objektumokat és a szükséges adatokat a mutatók csoportosításával, így jutottunk az elemzés során használt térképekhez.

Az elemzéseket az ESRI ArcExplorer nevű térinformatikai szoftver segítségével végeztük el. A programmal egyszerűen megjeleníthettük az egyes mutatók alapján a települések csoportosítását, mellyel kimutatható a települések fejlettsége. A csoportokat minden mutató esetében az adott mutató szélsőértékei alapján alakítottuk ki, majd a településeknek 1 és 10 közötti pontszámot adtunk, attól függően, hogy melyik csoportba tartoznak. A települések fejlettségét kifejező komplex mutatót a pontszámok átlagértékéből számoltuk ki, ezen érték segítségével határoztuk meg a települések sorrendjét. Ehhez a korábban elkészített Microsoft Excel táblázatot használtuk, melyet kiegészítettünk a megfelelő függvényekkel.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A komplex mutatók kiszámításával (1. táblázat) egyértelműen látszik a Balaton-part mentén található települések fejlettsége, közülük is a legfejlettebb település Szántód a megyében, mely egyedülként mindkét vizsgált évben elérte, illetve meghaladta a 7 pontos értéket, a 10 fokozatú skálán. A megyeszékhely, Kaposvár habár bekerült a 10 legfejlettebb település közé, mégis elmaradt a várakozásoktól, miszerint a 3 legfejlettebb település között szerepeljen, 1999-ben mindössze a 8., 2003-ban pedig az 5. helyre sikerült felkapaszkodnia. A megyében található „rég” városok a fejlettségi sorrend első negyedében találhatók, mellettük az utóbbi években várossá avatott települések (Nagybajom, Kadarkút) az első 100 település közé fértek be. A megye legfejletlenebb települései a Barcsi, a Nagyatádi és a Csurgói kistérségekben találhatók.

A kistérségek között a legfejlettebb a Fonyódi kistérség (4,93 illetve 5,14 pont), őket a Balatonföldvári (4,81 illetve 5,10) és a Siófoki kistérség (4,74 illetve 5,05) követi. A Balaton part mentén található körzeteket a Kaposvári kistérség követi (4,11 illetve 4,23), majd a Balaton-part háttérközterei a Lengyeltóti, a Marcali és a Tabi kistérség. A sorrend végén a déli területek találhatók, a Csurgói és a Nagyatádi, valamint a Barcsi kistérség.

A gazdasági mutatók segítségével kimutatható, hogy mely településeken a legmagasabb a gazdasági szervezetek száma, amelyek legnagyobb számban a Balaton-parton, valamint délen a nagyobb települések körül alakultak ki, ezzel oda vonzza a pénzforrásokat, így az 1 főre jutó SzJA alapot képező jövedelem is ezeken a településeken a legmagasabb. A gazdasági szervezetek magas számával együtt jár az infrastruktúra magas kiépítettsége, mely különösen a kistérségi központok és agglomerációjuk esetében figyelhető meg.

Infrastrukturális szempontból több változó is fokozatos haladást, fejlődést mutat. A *közművesítettség* egyre több helyen éri el, illetve haladja meg a 95%-os értéket, ezzel szemben a *csatornázottság* csak néhány településen ér el a közmű-rendszerrel azonos nagyságot, és emellett a csatorna-rendszerek kiépítése is lassan halad a megye településén. A nagyobb települések körzetében fokozatosan nő a csatornázottság mértéke, a kisebb, főleg zsáktelepüléseken viszont még el sem kezdődött. A nagyobb településeken mára alapszolgáltatásnak számít a vezetékes gáz, így ezeken a településeken a *gázellátottság* eléri és meghaladja a 85%-os értéket. Meglepő a városi rangú Tab ellátottsága, amely 1999-ben még csak 19,78%-os, míg 2003-ban is csak 45,74%-os volt. A kisebb településeken a közmű-rendszerhez és a csatornázottsághoz hasonlóan fokozatosan építik ki a vezetékes gázt.

1. táblázat

A települések komplex mutatója és sorrendje (a vizsgált években)

1999			2003		
Sorrend (1)	Település (2)	Pont (3)	Sorrend (1)	Település (2)	Pont (3)
1.	Szántód	7,00	1.	Szántód	7,18
2.	Balatonmáriafürdő	6,24	2.	Balatonföldvár	6,94
3.	Zamárdi	6,12	3.	Zamárdi	6,65
4.	Balatonföldvár	6,00	4.	Siófok	6,53
	Siófok	6,00	5.	Kaposvár	6,41
6.	Balatonlelle	5,71	6.	Balatonboglár	6,24
	Fonyód	5,71		Balatonmáriafürdő	6,24
8.	Kaposvár	5,65	8.	Balatonlelle	6,06
9.	Balatonfenyves	5,59	9.	Fonyód	5,94
	Balatonszárszó	5,59	10.	Balatonfenyves	5,88
11.	Balatonboglár	5,53		Balatonszemes	5,88
.			.		
.			.		
.			.		
236.	Istvándi	3,00	236.	Tikos	3,12
	Kálmánca	3,00	237.	Kaposkeresztúr	3,06
	Kisbajom	3,00		Kőkút	3,06
	Kőkút	3,00	239.	Nemesdéd	3,00
	Rinyaszentkirály	3,00	240.	Somogyaracs	2,88
241.	Rinyabesenyő	2,94		Szenyér	2,88
	Somogyaracs	2,94	242.	Rinyabesenyő	2,82
243.	Rinyaújnép	2,71	243.	Kisbajom	2,76
244.	Drávagárdony	2,65		Rinyaszentkirály	2,76
			245.	Rinyaújnép	2,59

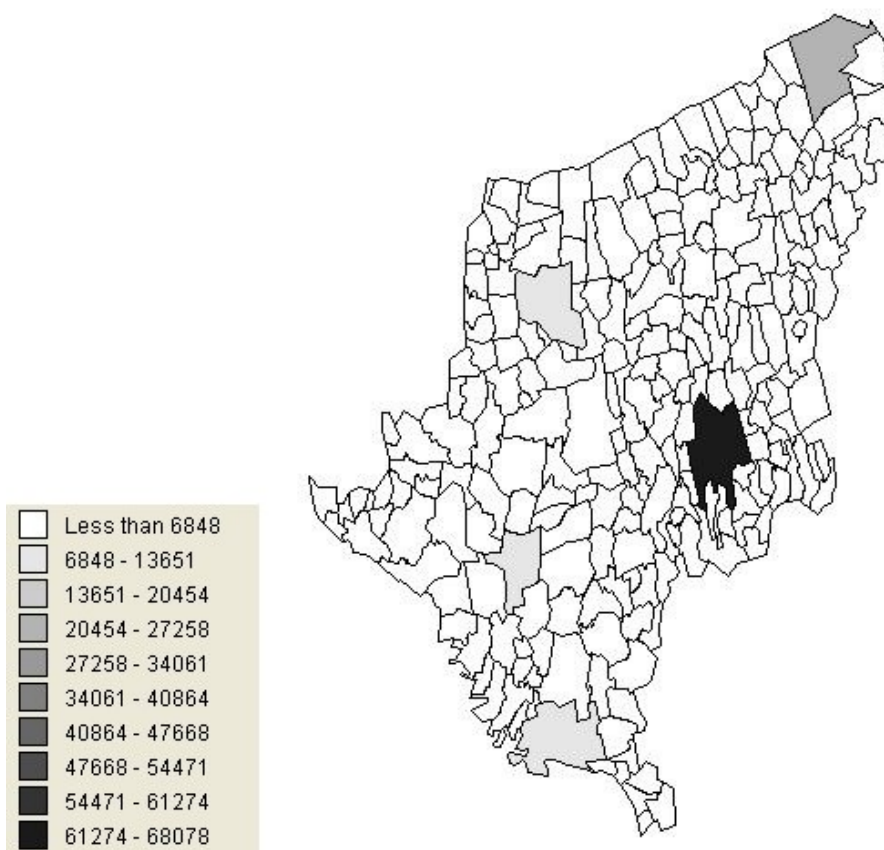
Table 1: Complex index and order of the settlements (in the examined years)

Order(1), Settlement(2), Point(3)

Az 1000 főre jutó vendégéjszakák száma egyértelműen megmutatják a megyében található üdülő-településeket, melyek nagy része a Balaton partján helyezkedik el, mellettük a gyógyfürdőjük miatt népszerű Igal és Csokonyavisonta, valamint a nagyobb települések részesülnek a turizmusból fakadó előnyökből és hátrányokból egyaránt. A kisebb települések számára a párnapos, turistacsalogató rendezvények jelenthetnek bevételi forrást, valamint kis mértékű növekedést a vendégéjszakák számában. Azokon a településeken, ahol magas a vendégéjszakák száma, a *kiskereskedelmi boltok száma* is magasabb, mivel ezeken a településeken nem csak a helyi lakosokat kell kiszolgálniuk, de a turisták napi igényeit is ki kell elégíteniük, emellett nagyobb számban találhatók ezeken a településeken az idényjellegű üdülést kiszolgáló kereskedelmi egységek is.

1. ábra

A települések népessége 2003-ban (fő)



Picture 1: Population of the settlements in 2003 (persons)

A megyében igen alacsony az építési kedv, amit jól reprezentál az is, hogy alig néhány településen került az *újonnan épített lakások aránya* 4% fölé. 1999-ben mindössze Szántódon (4,69%) és Drávatamásiban (4,13%), míg 2003-ban Balatonföldváron

(5,19%), Pálmajorban (4,12%) és Balatonbogláron (4,09%), de ezeken a településeken is csak 4-5 lakás építéséről van szó, míg a nagyobb településeken 50-70 lakás építése is csak 0,5-1%-os értéket jelent.

A *vándorlási különbözet* önmagában is jól jellemezheti a települések fejlettségét egy adott évben, hiszen a fejlettebb, jobb helyzetben levő településekre szívesebben települnek be a lakosok, így itt magasabb az odavándorlók aránya, mint az elvándorlóké. 1999-ben Siófok (95 fő), Zámárdi (77 fő) és Marcali (62 fő) volt a legkedveltebb település a megyében, míg a legtöbben Barccsal (160 fő), Taszárral (75 fő) és Kaposvárral (57 fő) voltak elégedetlenek. 2003-ban ismételten Siófokra (170 fő) vándoroltak legszívesebben a lakosok, valamint Kaposvárra (156 fő) és Jutába (65 fő), míg Somogyvár (103 fő), Nagyatád (90 fő) és Lengyeltóti (66 fő) vált kevésbé kedvelt településsé.

A *települések lakossága* (1. ábra) esetén jól látszik a rendszer hibája, hiszen egyetlen kiugró érték jelentősen befolyásolhatja a fejlettség megítélését. Kaposvár esetében a lakosság száma 66 411 fő, illetve 68 077 fő, amivel olyan mértékű kiugrást ért el a megyében, amit a többi település nem tudott követni. Ahhoz, hogy egy település legalább 2 pontot érjen el a mutató esetében, 6684 főnyi, illetve 6848 főnyi lakosság szükséges, amit mindössze Siófok (22 ezer fő), valamint Marcali, Nagyatád és Barcs (11,5-12,5 ezer fő) tudott teljesíteni, ezáltal 240 település a legalacsonyabb osztályba került.

KÖVETKEZTETÉSEK

A komplex mutatók kiszámításával egyértelműen bebizonyosodott a Balaton-parti települések fejlettsége a megyében, ez köszönhető a különböző mutatók kiegyenlítetttségének, még a legfejlettebbnek számító települések esetében is található olyan mutató, melynek osztályozásakor a település hátrébb sorolódik.

A Balaton-part és a nagyobb települések az ott található gazdasági szervezetek, kiskereskedelmi boltok számára hosszú távú bevételi forrásnak számítanak, így nem meglepő, hogy legtöbbjük ezekre a településekre koncentrálódik. Hasonló a helyzet a településen töltött vendégéjszakák mértékével, a turistáknak csak kis része választja a parttól kissé távolabb található háttértelepüléseket, annak ellenére, hogy a Balaton-part ezekről a településekről is könnyen megközelíthető. A nagyobb településeken is ez a szemlélet az uralkodó, a városokat körülvevő kisebb településeken kevesebb vendég foglal szállást, mint a központokban. A szállás kiválasztásánál fontos szempont lehet a turisták kora, míg a fiatalok számára elsődleges a szórakozóhelyek közelsége, addig a középkorosztály és az idősebbek inkább a nyugalmat, pihenést keresik nyaralásuk során, így ők szívesebben töltik szabadságukat a kisebb településeken.

A települések infrastrukturális ellátottsága a nagyobb településeken sem mindenhol 10%-os, még 2003-ban is található olyan település, amely esetében a közüemi vízhálózatba kapcsolt lakások aránya kevesebb, mint 96,5%, sőt a kisebb települések esetében nem ritka az 50% körüli érték sem. A csatornázottság az egész kistérségben problémásnak minősíthető, a települések egy része csak az utóbbi időszakban kezdte el a csatornahálózat kiépítését, és még 2003-ra is kevés település tudott a közüemi vízhálózattal azonos hosszúságú csatornarendszert kialakítani.

A települések népessége esetén egyértelműen kiütközött a fejlettségi vizsgálat hibája, egyetlen kiugró eset segítségével az érintett település fejlettsége nagymértékben javul. A megye szempontjából Kaposvár jelentett kiugró értéket. Az országos vizsgálat esetén hasonló példával találkozhatunk, Budapest esetében a közel 2 millió fős lakosság

alapján történő besoroláskor mindössze a nagyobb városok (pl. Debrecen, Miskolc, Szeged, Pécs) nem kerülnének a legalacsonyabb osztályba. A hiba kivédésére alkalmas lehet, ha Budapest nem egy településként kerül a vizsgálatba, hanem kerületenként.

Az adatbázis továbbfejlesztésére két fő útírány adódik, egyrészt a jelenlegi adatbázis vizsgálata, több-kevesebb mutató alkalmazásával, illetve annak vizsgálata, hogy egyes mutatók hiánya milyen hatással van a települések fejlettségére. A másik fő útírány a jelenleg használt mutatórendszer vizsgálata egy nagyobb méretű adatbázison (pl. regionális, illetve országos szinten), valamint az így kapott adatbázison az előzőleg vázolt vizsgálat a mutatók számának változtatásával.

IRODALOM

- Oláh J. (2003). A Nagykállói statisztikai körzet településeinek fejlődési lehetőségei a vidék-fejlesztés keretében. Doktori Disszertáció. Debreceni Egyetem ATC. Debrecen. 53.
- Tohai L. (1999). Optimális mérőskálák meghatározása településfejlettségi vizsgálatokhoz. Területi Statisztika. 2. KSH. 39. 6. 483-485.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Micsinai Richárd Péter

7400, Kaposvár, Búzavirág u. 35.

H-7400, Kaposvár, Búzavirág u. 35.

Tel.: 36-20-228-4463

e-mail: micsko811211@freemail.hu



Térinformatika-oktatás eszközei és eredményei

Bornemisza I.

Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar, Informatikatechnológia és Általános Technika Tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

ÖSSZEFOGLALÁS

A Pécsi Tudományegyetem Informatikatechnológia és Általános Technika Tanszékén, a technika szakos tanárképzés keretén belül évek óta folyik a térinformatika mint választható tantárgy oktatása. A gyakorlati képzésre kiválasztott feladat célja kettős: a hallgatók életközeli tevékenységgel szereznek tapasztalatot és továbbadható tudást, a leírt projekt végeredményeként kialakított térinformatikai rendszer pedig a Botanikus Kert munkáját segíti majd. A legutóbbi félévben a csoport a munkát GNU/Linux felhasználói környezetben, GRASS térinformatikai szoftver segítségével végezte.

(Kulcsszavak: térinformatika-oktatás, Grass)

ABSTRACT

The instruments and the results of the education of geoinformatics

I. Bornemisza

University of Pécs, Department of Information Technology and General Technology, H-7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

At the Department of Information Technology and General Technology of the University of Pécs geoinformatics has been taught for years to students of teacher of technical skills. The task chosen for practical training has two goals: on the one hand, the students experience lifelike situations and gain knowledge to pass on, further more, the result of the accomplished project, i.e. the geoinformatics system will help the work of the botanical garden. The student group used in the last semester the GNU/Linux operation system and the GRASS GIS-software.

(Keywords: education of geoinformatics, Grass)

BEVEZETÉS

A PTE TTK Informatikatechnológia és Általános Technika Tanszékén évek óta oktatunk térinformatikát a tanár szakos hallgatók részére, választható tantárgy keretében. Tekintettel arra, hogy a technika szakos tanárnak sok területen kell otthonosan mozognia, nem várható el, hogy minden témában a legképzettebb szakember tudásszintjét birtokolja – általános ismereteire elsősorban azért van szüksége, hogy azokat diákjainak továbbadhassa. A gyakorlati képzés keretében olyan feladatot választottunk, amely az alapok oktatásához elég egyszerű, elkészültekor pedig (reményeink szerint) használható rendszert eredményez. A kitűzött cél a Pécsi Tudományegyetem Botanikus Kertje térképének és növény-adatainak egységes térinformatikai rendszerbe foglalása (Bornemisza, 2005). A képzés valódi célja a tehát fentiek alapján nem a működő rendszer mielőbbi átadása, sokkal inkább:

- a technika szakos hallgatók látókörének szélesítése;
- a mérés, adatkezelés, térképkészítés technológiájának megismertetése;
- a viszonylag új szakterület bemutatása;

- a térinformatika elméleti alapjainak megtanítása;
- a hardver- és szoftver-elemek megismertetése;
- egy adott feladat megoldásához szükséges lépések közös megtervezése és végrehajtása.

Az elmúlt években egyetemünkön több tanszék is részt vett abban a kutatásban, amely a Dél-Dunántúli régió környezetvizsgálatát célozta (Béres és mtsai., 2002). A projekt célja egy gazdaságos rekultivációs technológia kifejlesztése, annak demonstrációs alkalmazása, valamint komplex monitoring rendszerének kidolgozása volt. A kutatás során a társtanszékek részéről felmerült adatmegjelenítési igények kielégítésekor sok olyan részfeladat merült fel, amelynek megoldási módját célszerűnek látszott a hallgatókkal is megismertetni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Mivel hallgatóink néhány év múlva tanárként fogják ismereteiket továbbadni, célszerű a témát úgy bevezetni, hogy azt majd egy tizenéves is megértse, sőt, az érdeklődését is felkeltse. Érdemes tehát a tematikát a megjelenítésre, a látványra „kihelyezni”. A 2004/2005-ös tanév őszi félévében megkezdett, s várhatóan 3-5 éves kifutású hallgatói projekt alaplépései: az egyetem területén működő Botanikus Kert digitális térképének előállítása, majd a növények nyilvántartási adatainak adatbázisba konvertálása, végül ezen adatbázis összekapcsolása a térképpel.

A szemeszter első felében az elméleti alapokkal ismerkednek meg a hallgatók. Az oktatás tematikájának összeállításakor Katona Endre interneten elérhető jegyzetét (Katona, 2003) vettük alapul, az alábbi súlypontokat figyelembe véve:

- Térinformatikai alapfogalmak
- Térinformatikai szoftverek. Raszteres és vektoros adatábrázolás
- Speciális hardver és szoftver eszközök
- Térképeszeti alapok. Térképtípusok, vetületi rendszerek, felmérés, térképkészítés
- Műholdas helymeghatározás (GPS)

A korábbi években a 10-12 fős csoportok PC-n, MS-Windows operációs rendszeren dolgoztak. Az MS-Access adatbázis és az ArcView összehangolt kezelése volt a valójában elérhető szint. A szemeszter során végzett tevékenység egyik eredménye – a GPS-eszközzel mért pontok térképen ábrázolva – az 1. ábrán látható.

A legutóbbi félévben a gyakorlat oktatásszervezési okokból átkerült egy nagyobb terembe, így 32 fős csoportot indítottunk. A számítógépes labor által nyújtott technikai háttér:

- 35 db. Sun Blade 100 munkaállomás,
- Debian GNU/Linux operációs rendszer.

A viszonylag régi eszközpark korlátozott teljesítményt jelentett, a Sparc processzor pedig az eddig megszokott MS-Windows alapot „húzta ki a lábunk alól”. Gondot ez csak annak a néhány hallgatónak okozott, aki a szabad szoftverek világában (eddig) járatlan volt. A gyengébb gépteljesítmény sürgette, a GNU/Linux pedig kínálta a hálózatos megoldás kidolgozását. A szemeszter első fele a leírt körülmények között az alábbi „bemelegítő” lépéseket igényelte:

- a térinformatika elméleti alapjainak oktatása;
- a Sun- és GNU/Linux-specialitások megismerése;
- barátkozás néhány szükséges programmal: ImageMagick, Gimp, QCAD;
- a távoli hozzáférés jelentőségének felismerése, használatának gyakorlása.

1. ábra

A térkép és a mért pontok ArcMap-ben

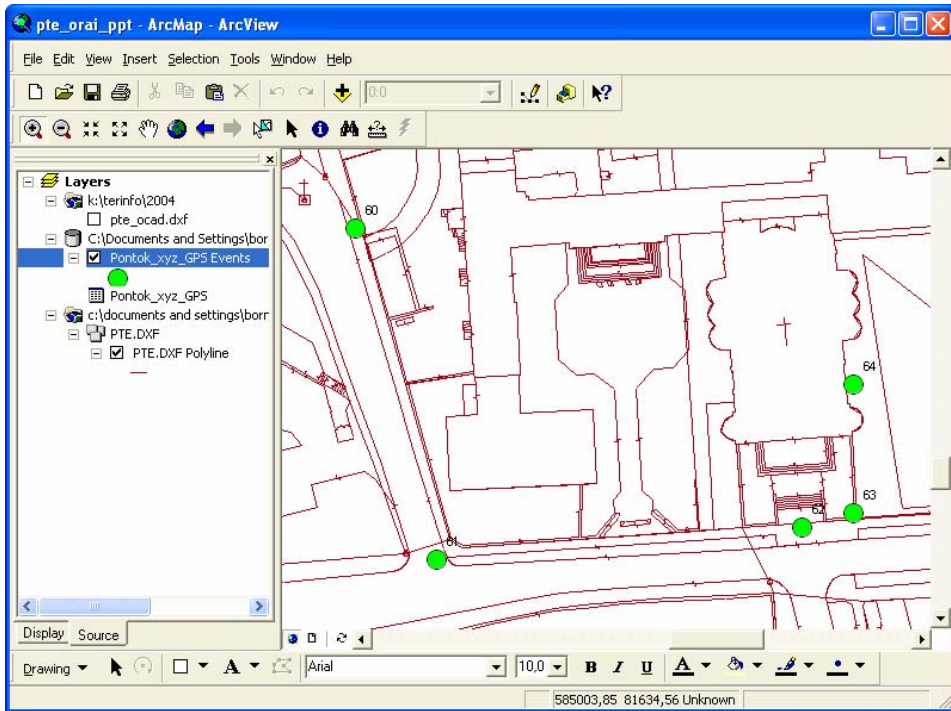


Figure 1. – The map and the measured points is ArcMap

A feladatok megvalósításához az adott helyzethez legmegfelelőbb GRASS térinformatikai szoftvert választottuk. A választás fő érvei az alábbiak voltak:

- szabad szoftver;
- raszteres és vektoros rendszer egyben;
- a rengeteg segédprogrammal sok-sok funkció elérhető;
- Unix-rendszereken fut, otthoni gyakorlásnál pedig segítség, hogy CD-ről induló, ún. live-Linux disztribúció részeként is elérhető, s kis kerülővel (Cygwin) MS-Windows alatt is használható;
- távoli eléréssel (szerveren) futtatható, így nem okoz gondot a munkaállomások kisebb erőforrás-tartaléka;
- széleskörű adatformátum kompatibilitás;
- teljes értékű parancssoros kezelőfelület, mely először sokaknak idegen volt, később azonban a parancsok egyértelmű rekonstruálhatósága nagy segítséget jelentett a feladatmegoldásban, s a script-nyelv segítségével elérhető automatizálhatóság is igen hasznosnak bizonyult.

Ahhoz hogy a 35 gépes labor telepítését elkerüljük, s különösen, hogy a hálózatos alkalmazás előnyeit megismerjük, a GRASS-t egy PC-n, Linux alatt telepítettük, s a hallgatók erre a távoli gépre bejelentkezve tudták azt egyedi felhasználóként futtatni.

A GRASS használatát az alábbi lépések során ismerték meg a hallgatók:

- a GRASS indítása, alapbeállítások;
- a parancsok csoportosítása, főbb parancsok megismerése;
- régióbeállítás fogalmának értelmezése és gyakorlása;
- a megjelenítés alapjai;
- digitalizálás;
- import, export műveletek;
- térbeli megjelenítés (2. ábra).

2. ábra

Térbeli megjelenítés az NVIZ modullal

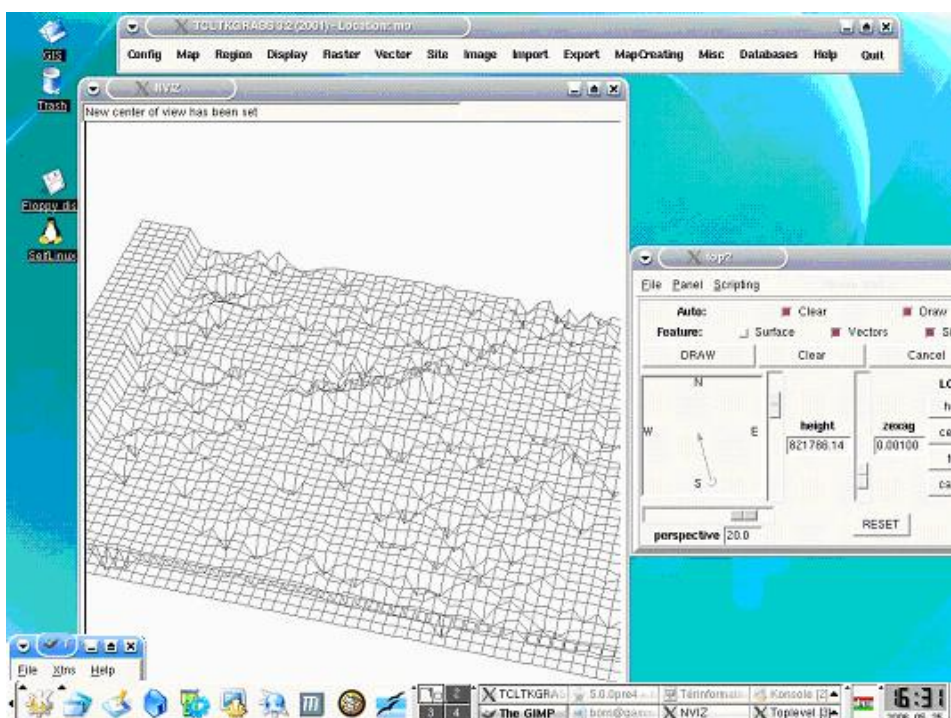


Figure 2. – 3D visualization with the module NVIZ

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Feltétlenül eredménynek könyvelhető el a hallgatói érdeklődés és pozitív hozzáállás, mely a „nehézített körülmények” ellenére is egyértelműen tapasztalható volt. Bár a szoftver parancssoros alkalmazása a mai „kattintgatós” világban háttérbe szorulni látszik, a csoport felismerte az előnyeit, s szívesen választotta ezt az utat.

Ha a korábban tervezett *eBotanikusKert* kialakításához látszólag nem is jutottunk közelebb, a félév során megismert szoftver a néhány tucat hallgató számára használható eszközzé vált.

KÖVETKEZTETÉSEK

A leírt projekt harminckét hallgató egy szemeszteres tevékenységét jelenti. Az egyre terjedő, de ma még mindig speciálisnak mondható szabad szoftver környezet kedvező fogadtatásra talált a hallgatók körében. Az elvégzett munka során az elmélet és az eszközkészítés megismerése apró lépésekben haladt. A korábbi félévekben elkezdett feladathoz újat nem tudtunk hozzátenni, de az érintett hallgatók – mint kísérleti csoport – munkája megteremtette a lehetőséget a projekt új irányának. A „platform- és pénz-független” megoldás – különösen az oktatás területén – szerencsés választásnak látszik.

IRODALOM

- Béres Cs.Z., Bornemisza I., Csapó L., Gimesi L., Markó T. (2002). Összefoglaló az NKFP-3-050/2001 számú, „A dél-dunántúli régió környezetterhelésének csökkentésére irányuló komplex hulladékkezelési és rekultivációs technológia, valamint monitoring rendszer kifejlesztése és alkalmazása” című projekt 2.8 alprojekt informatikai rendszeréről. Pécsi Tudományegyetem. Pécs
- Bornemisza I. (2005). A Pécsi Tudományegyetem Botanikus Kertjének térinformatikai rendszere. Acta Agraria Kaposváriensis, 9. 3. 1-9.
- Katona E. (2003). Térinformatika. Előadási jegyzet. Szegedi Tudományegyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék, Szeged

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Bornemisza Imre

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar
Információtechnológia és Általános Technika Tanszék
7624, Pécs, Ifjúság útja 6.
University of Pécs, Faculty of Natural Sciences
Department of Information Technology and General Technology
H-7624, Pécs, Ifjúság u. 6.
Tel., Fax: 36-72-503-697
e-mail: born@gamma.ttk.pte.hu



eLearning a katonai felsőoktatásban - tapasztalatok, feladatok

Vörös M.

Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Távoktatási Koordinációs Központ, 1101 Budapest, Hungária krt. 9-11.

ÖSSZEFOGLALÁS

A Magyar Honvédség (MH) immár több mint egy évtizedes átalakítási folyamata még mindig nem ért a végéhez, ugyanakkor a NATO tagjaként az információs társadalom színvonalán álló hadseregekkel történő együttműködés a követelmény. Fel kell készülni elméleti és gyakorlati vonatkozásban egyaránt a sokoldalúságra, a kreativitásra, a folyamatos önfejlődés igényére, a tanulásra és az információs és kommunikációs technológia nyújtotta lehetőségek kihasználására. Az előrelépést az információs és kommunikációs technológia (IKT) robbanásszerű fejlődése által kínált új lehetőségekre, valamint a távoktatás módszertani fejlődésére alapozott távoktatási rendszer kialakítása jelentheti (Siposné, 2004). A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetemen a távoktatás szervezeti keretei kialakulóban vannak. Az oktatók és a hallgatók körében végzett felmérések adatai megerősítették az önképzés szerepének, továbbá a korszerű információs és kommunikációs eszközök és az elektronikus tananyagok jelentőségének növekedését bizonyító tapasztalatokat.

(Kulcsszavak: információs és kommunikációs technológia, elektronikus oktatás, távoktatás, elektronikus tananyag)

ABSTRACT

eLearning in the Hungarian Home Defence Force – results and challenges

M. Vörös

Zrínyi Miklós National Defense University, Distance Education Center, H-1581 Budapest, POB 15.

Being part of NATO, specialists of the Hungarian Home Defence Force are required to possess complex, interdisciplinary knowledge. They are expected to prepare for meeting challenges such as, versatility in theoretical and practical aspects alike, creativity, permanent self-development, learning, taking advantages of ICT. Due to structural changes and rapid growth of ICT, system of ways, methodology and didactics of education is undergoing changes. The new paradigm of education assisted by ICT is efficiency, that is, the time and cost-factors of providing an individual with instantly marketable knowledge. The organisational framework of distant learning is emerging in ZMNDU. The findings of the surveys conducted among teachers and students strengthened the experience proving the growth of importance of the role of self study and of the modern information and communication tools and electronic learning materials.

(Keywords: information and communication technology, e-learning, distance education, electronic teaching materials)

BEVEZETÉS

A Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem (ZMNE) egységes távoktatási rendszerének kialakítása és működtetése, a rendelkezésre álló erőforrások hatékony kihasználása és a szükséges, de jelenleg még hiányos képességek megfelelő szintre hozása több területen, összehangoltan, a rendelkezésre álló személyi, technikai és pénzügyi lehetőségekkel összhangban folyik. Az előkészítés fontos része volt egy, az egyetem rektora által elrendelt, önkéntes, anonim kérdőíves felmérés. A kérdéscsoportok az alábbi területek felmérését célozták:

- Demográfiai adatok gyűjtése, amelyek a kiértékelés során szűrőfeltételként szerepelhetnek.
- Az otthoni számítástechnikai infrastruktúra és számítógép-használati szokások felmérése.
- A számítógépek különböző célokra és feladatokra történő használatához szükséges szakmai felkészültség felmérése.
- A munkahelyi számítástechnikai infrastruktúra és számítógép-használati szokások felmérése, kiemelt figyelemmel a tanórai alkalmazásra, illetve a hallgatók önálló tanulására.
- Vélemények gyűjtése a korszerű információs és kommunikációs technológiának az oktatásra gyakorolt jelenlegi és perspektivikus hatásáról.
- A távoktatás bevezetéséhez szükséges oktatói és hallgatói szakmai kompetenciák és fogadókészség felmérése.

Az oktatók és az alapképzésben résztvevő hallgatók részére kiosztott kérdőívekben szereplő kérdések zöme – apróbb eltérésekkel – az összevethetőség érdekében azonos, kisebb hányaduk csoport-specifikus volt. A ZMNE 426 oktatójától 167 kitöltött kérdőív érkezett vissza, közülük 142 (33,3%) volt értékelhető. A hallgatóktól a kiosztott 800 kérdőívből 736 (92%) érkezett vissza, közülük 574 (77,9%) volt értékelhető.

A ZMNE Távoktatási Koordinációs Központja 2005-től folyamatosan végzi az MH át- és továbbképzési rendszerében résztvevő hallgatók kérdőíves felmérését (a hallgatók az MH a pár évestől a több évtizedes szolgálati viszonytal rendelkező hivatásos tisztjei voltak). A tanfolyam megkezdése előtt a számítástechnikai felkészültségük, számítógép használati lehetőségeik és szokásaik kerülnek felmérésre, a tanfolyam végén pedig a képzéssel, szervezéssel, tananyaggal, előadásokkal, tutori tevékenységgel kapcsolatos megelégedettségük, valamint a tanulási lehetőségeik és szokásaik.

Tekintettel a cikk terjedelembeli korlátaira, a fenti felmérések eredményeiből csak a szélesebb érdeklődésre számot tartóak kerülnek bemutatásra. A ZMNE oktatóinak és az alapképzésben résztvevő hallgatóinak véleményét párhuzamosan, összehasonlítva mutatom be: hogyan vélekedik ugyan arról a témáról a ZMNE több éves (évtizedes) katonai, vezetői és pedagógiai tapasztalattal rendelkező, szakmailag és tudományosan minősített oktató állománya, illetve az egyetem padjait most koptató, a katonai pályát rövidesen megkezdő, az MH leendő hivatásos tisztje. Elvárja-e a fiatal korosztály a korszerű információs és kommunikációs eszközök használatát az oktatásban, felkészült-e erre szakmailag? Partner-e ebben az idősebb, a 'hagyományos' oktatásban nevelkedett és azt magas szinten folytató korosztály, vezeti-e az ilyen irányú változásokat vagy csak követi azt? A tanfolyamok hallgatóinak válaszai önálló fejezetben kerülnek bemutatásra.

A SZÁMÍTÁSTECHNIKA OTTHON

A hallgatók és az oktatók otthoni számítógép ellátottsága 80% fölötti (negyedük egynél több géppel rendelkezik). Lényeges eltérés tapasztalható az otthoni Internet

használatban: az oktatók mintegy fele rendelkezik hozzáféréssel, a hallgatóknak csupán egy negyede. Ez kevésnek tűnik, mivel a távoktatásban megjelenő, intenzív Internet-használatot kívánó új tanári tevékenységek (tutori feladatok, csoportmunka, fórumok vezetése, levelezés a hallgatókkal) zöme várhatóan munkaidőn túl jelenik meg. Hallgatói oldalról nézve az önképzés térhódítása, valamint a rohamosan terjedő elektronikus szolgáltatások megismerése, használatuk elsajátítása szempontjából kívánatos lenne, ha az otthoni internetezés szélesebb körben terjedne el.

Az otthoni számítógép-használatot elemezve látható, hogy az oktatók esetében a munkakörből eredő feladatok dominálnak, míg a hallgatóknál az életkori sajátosságokból fakadó tevékenységek (zenehallgatás, filmek nézése, játék¹). Öröndetes, hogy a hallgatók jelentős része önképzésre és tanulásra is használja a számítógépét (1. ábra).

1. ábra

Az otthoni számítógép-használat legfontosabb területei (a válaszadók százalékában)

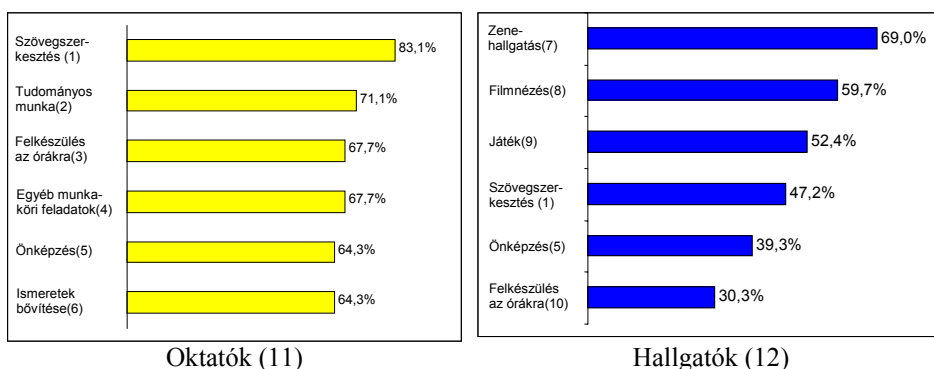


Figure 1: Analysis of the use of PC-s at home (percent of the respondents)

Word processing(1), Research(2) Preparation for lectures(3), Other tasks of duty(4), Self-education(5), Developing of knowledge(6) Listening to music(7), Watching films(8), Playing games(9), Preparation for classes(10), Lecturers(11), Students(12)

A SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ISMERETEK MEGÍTÉLÉSE

A hallgatók 60,8%-a oktatóiánál gyengébbnek ítélte meg számítástechnikai ismereteit, ami meglepő az ifjúság és a korszerű technika közötti szoros kapcsolat ismeretében. Ez az eredmény felveti a középfokú informatikai és számítástechnikai oktatás hatékonyságának és korszerűségének, továbbá a tanárok felkészültségének és elkötelezettségének a kérdését is. Az oktatók 70,4%-a legalább olyan jónak, vagy jobbnak tartotta számítástechnikai ismereteit, mint a hallgatóiét.

¹ Mielőtt bárki is a játékot általában komolytalan és haszontalan számítógépes tevékenységnek tekintené, kérem, olvassa el a játék és a tanulás kapcsolatáról szóló kutatási eredményeket a www.ludologia.hu web-lapon, illetve a közismert Lego játék alkalmazási lehetőségét a vállalati szervezetfejlesztésben a www.seriousplay.com oldalon.

A hallgatók több mint háromnegyede számítástechnikai felkészültségét közepesre vagy annál jobbra értékelte, a programok alkalmazási készsége és a hardver ismeretek szintje nem tér el lényegesen egymástól. Az oktatók kétharmadának számítástechnikai felkészültsége -önértékelésük szerint- közepesnél jobb, azonban a programok alkalmazási készsége lényegesen gyengébb a hardver ismereteiknél.

A számítógéppel történő különböző feladatok elvégzésére való felkészültséget mutatja a 2. ábra.

2. ábra

Felkészültség számítástechnikai feladatok megoldására (a válaszadók százalékában)

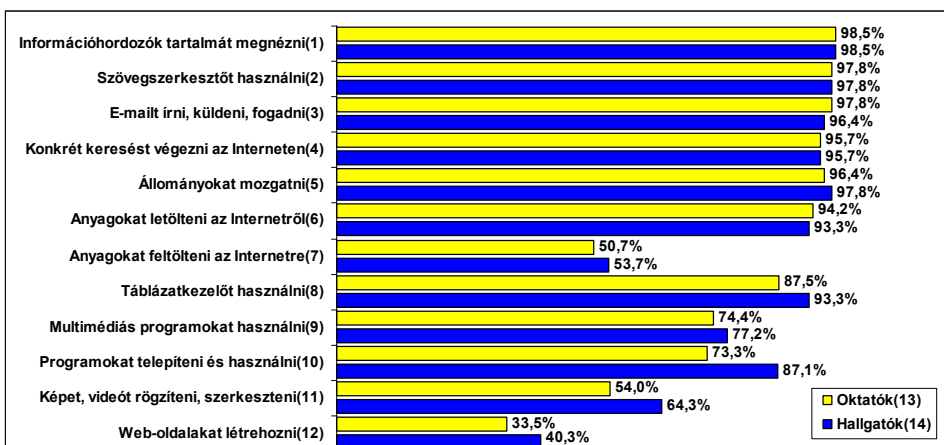


Figure 2: Skills for accomplishing computer tasks (percent of the respondents)

Reading data carriers(1), Word processing(2), E-mailing(3), Searching Internet(4), Moving files(5), Downloading from Internet(6), Uploading to Internet(7), Working with spreadsheets(8), Using multimedia programmes(9), Installing programmes(10), Video- and sound editing(11), Developing web-sites(12), Lecturers (13), Students(14)

A hallgatók és az oktatók felkészültségében nincsen jelentős eltérés, mindkét csoport erős a számítógépes rutinfeladatok esetében, kissé bizonytalanabb az új programok használatba vétele során és gyakorlatlan a különböző média elemek elkészítése, tárolása, feldolgozása és nyilvánossá tétele során. Számítógépes munkavégzés során a hallgatók segítséget leggyakrabban szoftver-, hálózati-, és hardver-problémák esetében, valamint új programok elsajátításánál igényeltek. Az oktatók esetében a kritikus terület a rendszerhibák, hardver-problémák és az új programok alkalmazása volt.

A SZÁMÍTÁSTECHNIKA AZ EGYETEMEN

Az oktatók és a hallgatók tanítással, tanulással és tudományos tevékenységgel kapcsolatos számítógépes tevékenységeinek típusát és gyakoriságát mutatja a 3. és a 4. ábra.

3. ábra

Az oktatók leggyakoribb számítógépes tevékenysége (a válaszadók százalékában)

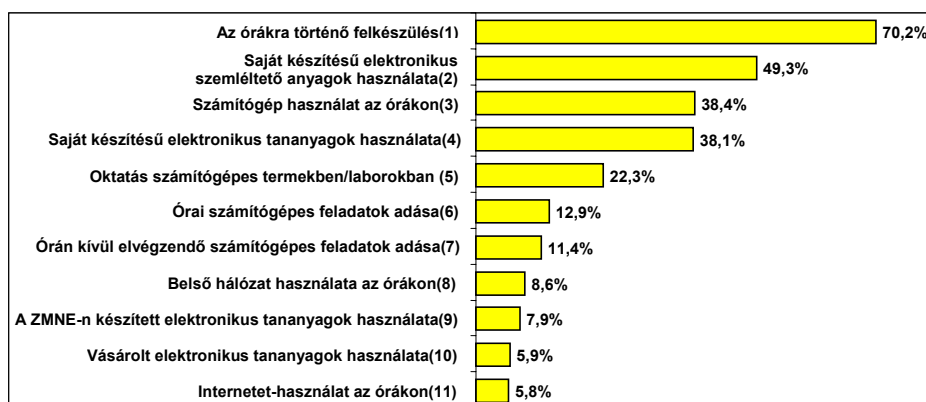


Figure 3: The most frequent computer activities of lecturers (percent of the respondents)

Preparation for lectures(1), Using self-made presentations(2), Working with PCs in classes(3), Using self-made teaching materials(4), Teaching in computer laboratories(5), Setting class exercises(6), Setting homeworks solvable with PC(7), Using local computer network in classes(8), Using electronic learning materials, developed by lecturers of ZMNDU(9), Using commercial electronic learning materials(10), Using Internet in classes(11)

4. ábra

A hallgatók leggyakoribb számítógépes tevékenysége (a válaszadók százalékában)



Figure 4: The most frequent computer activities of students (percent of the respondents)

Answering exercises with PCs in classes(1), Research(2), Learning in computer laboratories(3), Using Internet in classes(4), Answering homeworks solvable with PC(5), Preparation for classes(6), Using local computer network in classes(7), Using self-made presentations(8), Using electronic learning materials, developed by lecturers of ZMNDU(9), Using commercial electronic learning materials(10)

Az ábrák alapján látható, hogy a számítástechnika, és különösen a hálózatok adta lehetőségek kihasználása a tanórákon még nem intenzív, aminek az alapvető oka lehet a megfelelő digitális tartalom hiánya. Igen alacsonynak tűnik az órán kívül elvégzendő számítógépes feladatok száma, ami azzal a veszéllyel járhat, hogy az egyének motiváltságától válik függővé a számítástechnikai kompetenciák kialakulása.

A kérdőívek értékelése során kiderült, hogy a hallgatók és az oktatók is csak mérsékeltén elégedettek a ZMNE számítástechnikai infrastruktúrájával. A fejlődés legfontosabb feltételének –szinte teljes összhangban– a tantermi hardver és szoftver ellátottság mennyiségi és minőségi javítását, több és korszerűbb technikai eszköz biztosítását, és a tanórákon kívül is elérhető, megbízhatóan működő számítástechnikai infrastruktúra kialakítását tekintik. Mivel a ZMNE három bázisán több, mint 1500 személyi számítógép és mintegy 30 számítógépes kabinet működik, fontos a meglévő eszközökhöz történő hozzáférés (különösen a tanórákon kívül, a munkaidő után) biztosítása, ezért a beszerzéseken és a géppark folyamatos korszerűsítésén túl jelentős tartalékok lehetnek a szervezési és a koordinációs területeken is.

A technológia hatása a tanításra/tanulásra

A számítógépeknek és a számítógépes hálózatoknak a tanórákon történő alkalmazhatóságát a válaszadók zöme pozitívan ítélte meg (5. ábra. 1 – egyáltalán nem ért egyet az állítással ... 5 – teljes mértékben egyetért).

5. ábra

A technológia hatása a tanításra/tanulásra

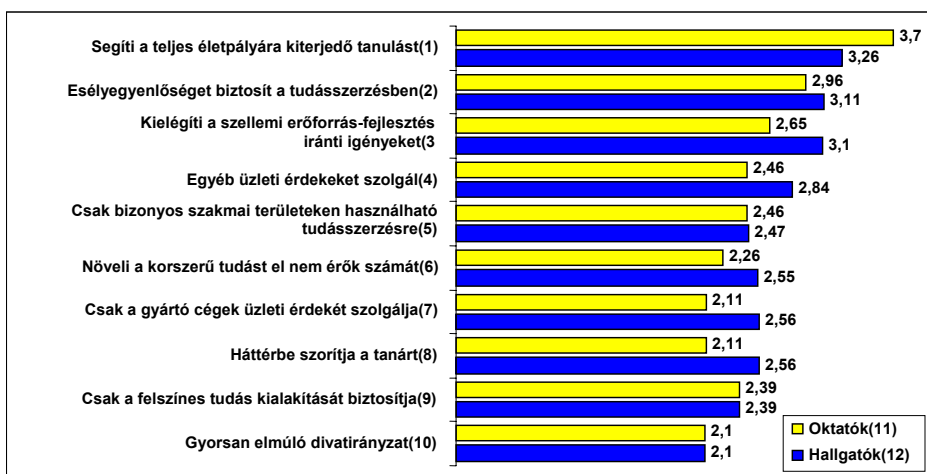


Figure 5: Effect of technology on education and learning

Aid in lifelong learning(1), It provides equal chances in learning(2), It satisfies demands on improvement human resources(3), It serves for business interests(4), It can be used for developing knowledge only in a few professional areas(5), It increases number of people, doesn't have computer literacy(6), It serves only for developers' interests(7), It pushes teachers into background(8), It makes shallow knowledge(9), It goes out of fashion quickly(10), Lecturers(11), Students(12)

A hallgatói vélemények pozitív irányú befolyásolását segíthetik az oktatók a számítástechnika legkorszerűbb oktatási alkalmazásainak bemutatásával, a tanórákon és az önképzésben alkalmazható változatos elektronikus tananyagok kidolgozásával, illetve a hallgatók bevonásával a fejlesztői munkákba (TDK és szakdolgozatok, konferencia-előadások). Lényeges, hogy a hallgatók pozitívan ítélték meg a számítástechnika, az Internet használatának támogatását a tanszéki, a kari és az egyetemi vezetők részéről.

Egy másik kérdéssor annak feltárására irányult, hogy az önképzés, a képességek folyamatos fejlesztése milyen lehetőségeket kínál a Magyar Honvédségben szolgálatot teljesítők számára az elkövetkezendő 3-5 évben, illetve milyen feladatok, változások, új elvárások prognosztizálhatóak.

A válaszok megerősítették az önképzés szerepének, továbbá a korszerű információs, kommunikációs eszközök és az elektronikus tananyagok jelentőségének növekedését, azonban jelentős nézeteltérések is körvonalazódtak. Nem egyforma a tanár-hallgató személyes találkozók súlyának a megítélése, bár mindenki szükségesnek tartja azt. A hallgatók erőteljesebben támogatják a kontaktórák számának csökkentését, ugyanakkor az önképzést illetően már kevésbé 'lelkeseek'.

A TÁVOKTATÁSSAL KAPCSOLATOS ISMERETEK, VÉLEMÉNYEK

A napi élet egyre több területén megjelenő és rohamosan fejlődő elektronikus szolgáltatások ismertségének felmérése a hallgatók és az oktatók esetében is azt bizonyította, hogy csak a napi tevékenységekhez kapcsolódó fogalmak (Internet, www stb.) ismertsége jó (6. ábra., 1 – nem hallotta még ...5 – részletesen ismeri).

6. ábra

Elektronikus szolgáltatások ismertsége

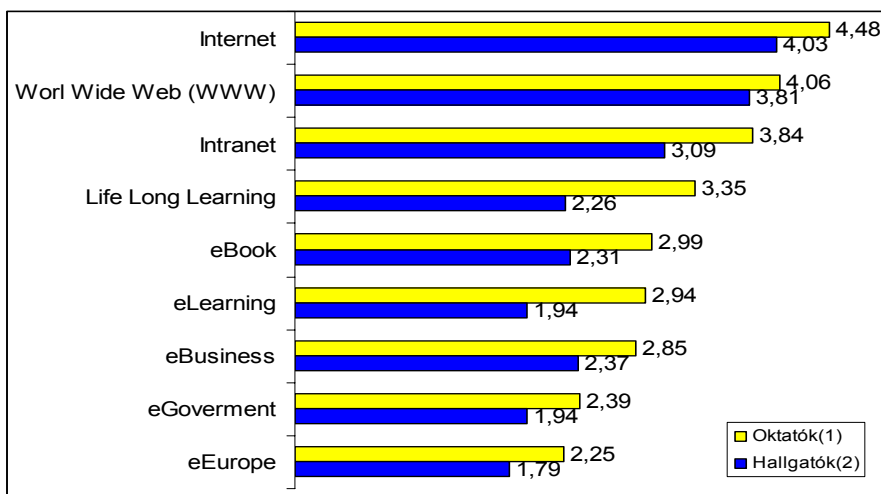


Figure 6: Awareness of electronic services

Lecturers(1), Students(2)

Az oktatók eddigi életútja, valamint a hallgatók életkora alapján várható volt, hogy nagyon kevesen rendelkeznek távoktatással kapcsolatos gyakorlati tapasztalatokkal. Ezt támasztják alá válaszaik azokra a kérdésekre, melyek a távoktatás ZMNE-n történő bevezetésének szükségességére vonatkoztak (7. ábra., 1 – egyáltalán nem ért egyet az állítással ...5 – teljes mértékben egyetért).

7. ábra

A távoktatás bevezetésének szükségessége

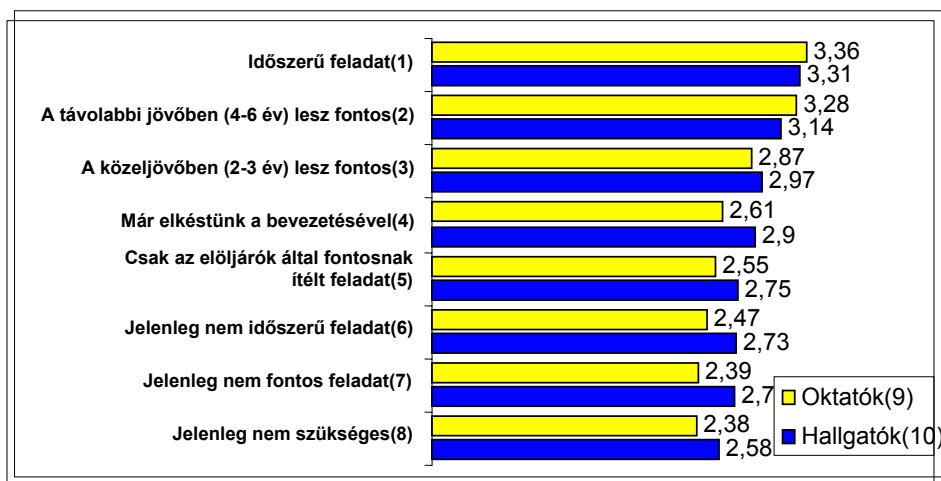


Figure 7: Different opinions about necessity of distance education

It is opportune(1), It will be important in 4-6 years(2), It will be important in 2-3 years(3), We've missed establishment of distance learning system(4), It is important only in chiefs' opinion(5), Presently it is inopportune(6), Presently it isn't important(7), Presently it isn't necessary(8)

Tekintettel arra, hogy a Magyar Honvédség át- és továbbképzési rendszerében kiemelt szerepe lesz a következő években a távoktatásnak, bizakodásra ad okot, hogy az oktatók jelentős hányada részt venne a távoktatás különböző területeit megismertető tanfolyamokon (8. ábra).

Öröndetes az is, hogy a hallgatók egy jelentős része szívesen megismerné a távoktatás sajátosságait és a multimédiás tananyagkészítést.

TANFOLYAMOK TAPASZTALATAI

A Magyar Honvédség a rendszerváltás óta mélyreható változásokon ment keresztül (Kiss, 2000). Az 1989-en még 155.700 fős sorozott hadsereg létszáma folyamatosan csökkent, 1999-től NATO tagként egy új katonai-szakmai kulturális közegben, új stratégiai célok érdekében kell folyamatosan szűkülő pénzügyi lehetőségek között tevékenykedni.

8. ábra:

Részvételi szándék a távoktatással kapcsolatos tanfolyamokon

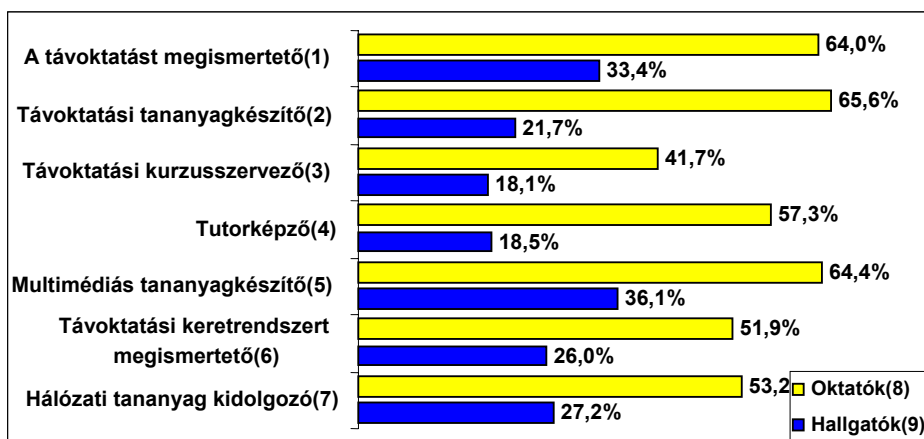


Figure 8: Intention for participating in distance education

Courses for familiarization of distance learning(1), Developing distance learning teaching materials(2), Training of administrative staff of distance learning courses(3), Training of tutors (4), Developing multimedia learning materials(5), Training for working with learning management systems(6), Developing learning materials used in computer networks(7), Lecturers(8), Students(9)

2005. novemberben megszűnt a sorozás intézménye, a Magyar Honvédség 2007-re előirányzott létszámkerete 24.500 fő. A professzionális értékek irányába fejlődő honvédségben a szakmai képességek gondozása, fejlesztése stratégiai feladat. A csökkenő létszám és a helyettesíthetőség beszűkülése miatt gyakorlatilag megszűnt a nappali képzésekre történő beiskolázás, megnőtt a folyamatos önképzés szerepe és ennek egyik megvalósítási formájaként a távoktatás iránti igény (17/2003. HM KÁT -VKF intézkedés). A ZMNE-en 2005-től folyamatos a Honvéd Vezérkar által előírt tanfolyamok közül a rendszeresen ismétlődő, legnagyobb létszámú, rendfokozati előmeneteli tanfolyamok vizsgálata. A hallgatók magasabb rendfokozatba (főhadnagy, százados és őrnagy) történő előléptetésük előtt vettek rész egy három hónapos távoktatási tanfolyamon, mely során három alkalommal, egy-egy napos konzultáción találkozhattak az előadókkal személyesen. A képzési követelmények, a tananyag, a konzultációk, a vizsgáztatás, a vizsgaeredmények komplex elemzését a ZMNE Katonai Alapozó és Továbbképző Intézete, a hallgatók felkészültségének és megelégedettségének kérdőíves felmérését a Távoktatási Koordinációs Központ végezte (Czank és Vörös, 2006). 2005-2006-ban a három tanfolyam 953 hallgatója közül 777 töltötte ki a kérdőíveket.

A hallgatók 87,2%-a rendelkezik otthon számítógéppel, 68,8%-a Internet kapcsolattal. Feltűnő volt a géppel nem rendelkezők határozatlan beszerzési szándéka: sokan nem tudták megmondani, mikor fognak vásárolni számítógépet. A multimédiás tananyagok feldolgozásához szükséges hardver elemekkel szinte mindenki rendelkezik. Átlagosan a hallgatók fele tud otthon az Internetre kapcsolódni, azonban lényeges

különbség mutatkozik az egyes tanfolyamok között. A főhadnagyi tanfolyam hallgatói közül rendelkeznek a legkevesebben Internet kapcsolattal, és szintén ők a legelutasítóbbak (25,2%) a bekötését illetően. Ennek több oka lehet: az életkorukból eredő családi és anyagi helyzet, a beosztásuk által megkövetelt számítástechnikai feladatok.

A hallgatók hardverismeretének átlaga 3,23 (mintegy 20% elégségesre vagy gyengébbre, 36% jóra és jelesre értékelte tudását). Némileg jobb az eredmény a programok ismerete és használata területén, itt az önértékelés átlaga 3,49 (ezen belül 11% az elégséges vagy gyengébb, illetve 51% a jó és jeles szintűek aránya).

A válaszadók mintegy 75%-a nyilatkozott úgy, hogy szolgálati tevékenysége során nélkülözhetetlen a számítástechnika alkalmazása (a főhadnagyi tanfolyam hallgatóinak 59,5, a századosi tanfolyam 77,6, az őrnagyi tanfolyam 83,1%-a), és mindössze 3,8% jelezte, hogy munkája során egyáltalán nem használ számítógépet. Az adatokból jól látszik, hogy a rendfokozat (beosztás, felelősségi kör) növekedésével együtt nő a számítógép használatának szükségessége is. A számítógépek eloszlása ennek megfelelő: a főhadnagyi tanfolyam esetében a hallgatók 31,2, a századosi esetében 39,8%-a, míg az őrnagyi tanfolyam hallgatóinak 58,9%-a rendelkezik saját használatra kapott géppel.

A nem szolgálati tevékenységgel kapcsolatos feladatokra (pl. nyelvtanulás, önképzés) a válaszadók 20,6%-a számára nem elérhető munkahelyén számítógép (számítógépes kabinet vagy nyelvi laboratórium), 29%-a munkatársai számítógépét vagy az alakulat számítógépes kabinetjét veheti igénybe. Munkaidőn túl a számítástechnikai szolgáltatások a hallgatók 43%-a számára elérhetőek. Munkahelyi Internet hozzáféréssel a válaszadók 66,4%-a rendelkezik.

A számítógépek és a számítógépes hálózatok különböző célokra való alkalmazhatóságát illetően a válaszadók zöme a „hagyományos” számítógépes alkalmazásokat preferálja (információszerzés, kommunikáció, játék, szórakozás, szemeleltetés). Öröndetes volt, hogy a hallgatók pozitívan nyilatkoztak a számítástechnikának az oktatásban, önképzésben, az egyéni tanulásban és az önellenőrzésben való alkalmazhatóságáról.

A hallgatók egy negyede tanult már távoktatási formában, az egyéb szerepkörökben (tutor, tananyagfejlesztő, szervező) egy százalék körüli volt a részvétel. A hallgatók közül összesen 12 fő volt, aki több távoktatási szerepkörben is kipróbálta magát.

A felmérés során kiderült, hogy a hallgatók zöme a vegyes szervezésű távoktatási tanfolyamtípust választaná legszívesebben. Ennek során három-négy konzultációs napon a tananyag legfontosabb részeinek értelmezése és elemzése, továbbá a beküldött feladatok megbeszélése történne. A felkészülés önállóan, a hallgatók saját időbeosztása alapján, a kiadott oktatócsomag segítségével, valamint a tutor útmutatása alapján történik.

Jelentős a hagyományos, „bentlakásos” tanfolyamot választók aránya is. Vélhetően az életkorból eredő különböző mértékű kötöttségek miatt csökken ezt a formát választók száma a rendfokozat növekedésével. A klasszikus távoktatási formát (a tanfolyam kezdetén egy konzultáció, majd ezt követően a tutor által segített önálló tanulás a vizsgáig) választók aránya alacsony. Ez napjainkban természetesnek tekinthető, tekintettel arra, hogy a hallgatók közép- és felsőfokú végzettségüket a „hagyományos”, jelenléti oktatási rendszerben szerezték meg.

A tanfolyamok során a szervezők kiemelt figyelmet fordítottak arra, hogy előre meghatározott időpontokban a hallgatók rendelkezésére álljanak olyan oktatók (tutorok), akik segítséget tudtak nyújtani a tananyaggal kapcsolatban, illetve a tanfolyam időtartama alatt jelentkező egyéb problémák esetében. A hallgatók túlnyomórészt

telefonon (83,6%) és személyesen (59,3%) léptek kapcsolatba oktatóikkal, az elektronikus levelezést egyharmaduk használta.

A hallgatók a multimédiás tananyagot DVD²-n kapták meg, melyet az oktatók előadásokkal és nyomtatott anyagokkal egészítettek ki a konzultációkon. A hallgatók értékelték a különböző médiumokat (1-korszerűtlen, nem használható, kevés ... 5 - korszerű, kiválóan használható, elegendő). Az előadásokra 3,87 pontot, a nyomtatott anyagra 2,37 pontot, míg az elektronikus anyagra (DVD) 3,55 pontot adtak.

A nyomtatott anyag „hiánypótló” jellegét érzékeltetheti az alacsony osztályzat, azonban az elektronikus tananyag minősége és a konzultációkon nyújtott tanári teljesítmény ezt kompenzálta. Nem várt tapasztalat volt, hogy az első tanfolyam hallgatói közül többen nem tudták használni a multimédiás DVD-t megfelelő lejátszó eszköz hiányában.

Az önálló tanulásra fordított idő igen nagy szórást, és összességében nem túl kedvező képet mutatott. A hallgatók 79%-a kevesebb, mint napi egy órát, 16%-a napi kettő-három, 5%-a több mint napi három órát tudott átlagosan a tanulásra fordítani. A hallgatók ezt a szolgálati leterheltséggel, az időhiánnyal, a munkahely nem megfelelő hozzáállásával (nem biztosítottak tanulmányi szabadságot) indokolták.

A válaszadók 57%-a részére nem, 27%-a részére néha, és mindössze 16%-a részére biztosítottak rendszeresen tanulási, felkészülési lehetőséget szolgálati helyükön munkaidőben. A tanulás időpontja jellemzően munkanapokon estére és éjszakára (37,7%) esett, a válaszadók 43,4%-a csak hét végén, vagy szabadnapjain tudott készülni. A hallgatók 90%-a otthon tanult, a munkahelyi felkészülés mindössze 7,3 százalékukra volt jellemző.

A kedvezőtlen tanulási körülmények ellenére a válaszadók 59,3%-a nyilatkozott úgy, hogy elegendő ideje volt felkészülni a vizsgákra.

A válaszadók közül közepesre vagy jobbra értékelte a tanfolyamok szervezetségét 92%, a tananyagok tartalmát 98% és az oktatók (tutorok) tevékenységét 99% (a fenti sorrendnek megfelelően 3,65; 3,75 és 4,30 átlagértékek születtek). A hallgatók rendkívül elismerően nyilatkoztak az oktatók (tutorok) tevékenységéről. Szakmai felkészültségüket 4,57, segítőkézségüket 4,61, tudásátadó képességüket 4,30 átlaggal értékelték.

A válaszok összességében megnyugtató képet alkottak a tanfolyamok szervezetségéről és a tananyagok tartalmáról, magasra értékelték az oktatók tevékenységét. Ez természetesen nem jelenti azt, hogy nincsenek további teendőink, viszont pozitív megerősítésül szolgált arra, hogy a ZMNE által az elmúlt évben elkezdett, az információs és kommunikációs technológiára támaszkodó oktatási módszer jól használható az MH továbbképzési rendszerében.

ÖSSZEFOGLALÁS, TOVÁBBI FELADATOK

A Magyar Honvédség korszerűsítése, a professzionális hadsereg kialakítása az állomány ismereteinek folyamatos frissítését követeli meg, mely új oktatási módszerek, eszközök, médiumok bevezetését és széleskörű alkalmazását igényli. A NATO országok hadseregeivel történő együttműködés az oktatás területén is elengedhetetlen.

A magyar katonai felsőoktatás, ha lemaradva is, de követi a változásokat. A ZMNE-en a távoktatás szervezeti keretei kialakulóban vannak, az egyetemi Távoktatási Koordinációs Központ eredményesen látja el feladatait. Az egyetemen a távoktatás személyi feltételeit javította a tutori és tananyagfejlesztői ismeretekkel rendelkező

² Általános Katonai Ismeretek című multimédiás DVD, ZMNE, 2005-2006.

oktatók számának jelentős növekedése. A Honvéd Vezérkar anyagi támogatása lehetővé tette jelentős mennyiségű távoktatási tananyag elkészítését, és a tárgyi feltételek javítását biztosító eszközök beszerzését.

Az oktatók és a hallgatók körében végzett felmérések adatai megerősítették az önképzés szerepének, továbbá a korszerű információs, kommunikációs eszközök és az elektronikus tananyagok jelentőségének növekedését bizonyító tapasztalatokat. Nagyon lényeges a ZMNE távoktatási rendszerének kiépítése során figyelembe venni azt, hogy a hallgatók továbbra is igénylik a tanárokkal történő személyes találkozást. Fontos, hogy a hallgatók pozitívan ítélték meg a számítástechnika, az Internet használatának támogatását a tanszéki, a kari és az egyetemi vezetők részéről.

A távoktatás és az önképzés szerepének nemzetközi és hazai felértékelődését az oktatók és a hallgatók is érzik, összességében pozitívan ítélik meg. A több területen jól érzékelhető szkepticizmus és mérsékelt érdeklődés több forrásból táplálkozhat: a távoktatással kapcsolatos gyakorlati tapasztalatok hiányából, az életkori sajátosságokból és tapasztalatokból, az utóbbi éveknek a hazai felsőoktatás résztvevőit kedvezőtlenül érintő intézkedéseiből, egzisztenciális okokból. A pozitív megítélés és beállítódás jó alapot teremt a korszerű eszközök és eljárások megismerésére és az oktatásba/tanulásba történő folyamatos bevezetésükre. Ezek a folyamatok elindultak: rendszeres az oktatók tanfolyamokon történő felkészítése tutori és tananyagfejlesztői feladatokra, szervezetté vált és felgyorsult a távoktatási tananyagok kidolgozása, kialakulóban vannak a szerzői munkacsoportok.

A továbblépés érdekében egyetemi szinten kell kidolgozni és bevezetni, majd pedig következetesen kell alkalmazni a távoktatással kapcsolatos tevékenységek, eljárások egységesítését, a távoktatásban megjelenő új tanári feladatok tartalmi meghatározását és elismerését. Folytatni kell az Magyar Honvédség át- és továbbképzési rendszerében, valamint az egyetemi képzési formákban használható elektronikus tananyagok fejlesztését.

A távoktatásról, a technológia alapú ismeretátadásról alkotott vélemények pozitív irányú befolyásolását segíthetik az oktatók a számítástechnika legkorszerűbb oktatási alkalmazásainak bemutatásával, a tanórákon és az önképzésben alkalmazható változatos elektronikus tananyagok kidolgozásával, illetve a hallgatók bevonásával a fejlesztői munkákba (TDK és szakdolgozatok, konferencia-előadások).

Az IKT eszközeire alapozott oktatási rendszer kialakítása során nem a távoktatási formában szervezett tanfolyamok számának mindenáron történő növelése a leglényegesebb feladat. Sokkal fontosabb olyan magas színvonalú, szabványos, újrafelhasználható elektronikus tananyagelemek, az erre épülő tantárgyak, tanfolyamok, curriculumok, továbbá egyéb tartalmak előállítása, melyek a számítógépes hálózatokon térbeli és időbeli korlátok nélkül elérhetőek, így bármelyik képzési formában jól alkalmazhatóak. Az elektronikus tartalomfejlesztés minőségbiztosítása megköveteli az előállítás és a minősítés módszerének kidolgozását és bevezetését. Az adekvát pedagógiai módszerek alkalmazása döntően befolyásolja a tanulás sikerességét.

A felmérések tapasztalatai alapján és a ZMNE informatikai infrastruktúrája ismeretében kijelenthető, hogy az egyetem összességében rendelkezik azokkal az erőforrásokkal, amelyekre alapozva, és amelyeket folyamatosan fejlesztve kialakítható egy olyan távoktatási rendszer, mely bármelyik egyetemi képzési területen sikeresen alkalmazható.

IRODALOM

Czank L., Vörös M. (2006). Az általános előmeneteli tanfolyamok lebonyolításának tapasztalatai 1. rész. Humán Szemle. 3. 62-81.

- Czank L., Vörös M. (2006). Az általános előmeneteli tanfolyamok lebonyolításának tapasztalatai 2. rész. Humán Szemle. 4. 42-56.
- Kiss Z. (2000). Honvédségünk a harmadik évezred küszöbén. Új Honvédségi Szemle, különszám. 122.
- Siposné Kecskeméthy K. (2004). Új oktatási formák a NATO-ban. Humán Szemle. 1. 40-45.
- 17/2003. HM KÁT – HVKF együttes intézkedést a hivatásos és szerződéses katonák át- és továbbképzésének megszervezéséről és végrehajtásáról. Honvédelmi Közlöny. 7. 584-597.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Vörös Miklós

Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Távoktatási Koordinációs Központ
1581, Budapest, Pf. 15

*Zrínyi Miklós National Defense University, Distance Education Center
H-1581, Budapest, POB 15.*

Tel., Fax: 36-1-432-9186

e-mail: voros.miklos@zmne.hu



Több célra alkalmazható városi adatbank és alkalmazása az útburkolat gazdálkodásban

Ambrusné Somogyi K.

Budapesti Műszaki Főiskola, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai Intézet
1034, Budapest, Doberdó út 6.

ÖSSZEFOGLALÁS

Több célra is alkalmazható adatbankot fejlesztetünk ki, amely tartalmazza a városi közlekedési hálózattal kapcsolatos legfontosabb adatokat: csomópontok, szakaszok, kerékpárutak és járdák, közlekedés lámpák, stb. A rendszer tartalmazza az egyes csomópontok koordinátáit, ezzel lehetőséget nyújt a későbbiekben az úthálózat grafikus megjelenítésre is. Az útburkolat gazdálkodáshoz szükséges forgalmi és minősítő adatok tárolása az adatbázist felhasználhatóvá teszi az útburkolat gazdálkodás, továbbá a hálózatfejlesztés területén is. A negyedik generációs szoftver relációs adatbázis rendszert alkalmaz, amelyben lehetőség van vizuális elemek, képek megjelenítésére is. Az adatbázis rövid ismertetése után az útburkolat gazdálkodásról (PMS, Pavement Management System) és az adatbázis e célra történő felhasználásáról lesz szó.

(Kulcsszavak: adatbázis, útburkolat-gazdálkodás, optimalizáció)

ABSTRACT

Multipurpose City Data Bank and its application in Pavement Management System

K. Ambrus-Somogyi

Budapest Tech, Rejtő Sándor Faculty of Light Industry Engineering, Institute of Media Technology,
H-1034 Budapest, Doberdó út 6.

A Multipurpose Data Bank has been developed. This contains the most important data of a city, which are related to the traffic system: road sections, bridges, junctions, traffic lights and signs, pedestrian and bike traffic size, etc. The system contains the coordinates of junctions, the traffic data, the recent and future conditions of the elements. This system could be used by the PMS, traffic management, traffic assignment and forecasting and other management, maintenance and rehabilitation systems. A 4th generation software a relation data base system is used. The connected OLE objects (pictures, movies) help the visualization of the elements. After the review of database, coming the exposition of the pavement management system.

(Keywords: database, pavement management system, optimization)

ELŐZMÉNYEK, A MUNKA CÉLJA

A 90-es években elkészült Győr város úthálózatának számítógépes nyilvántartása (Bakó et al., 1989). Az akkori igényeknek és lehetőségeknek megfelelően az elkészült programrendszer DOS operációs rendszerben működő relációs adatbázisban tárolta az utak, szakaszok, csomópontok, hidak, stb. adatait.

Az informatika fejlődésével szükségessé vált a régi adatbázis olyan formában történő átalakítása, hogy a mai igényeknek megfeleljen:

- A személyi számítógépeken elterjedt WINDOWS operációs rendszer grafikus felületének kihasználásával felhasználóbarát kezelőfelület alatt működjön.
- Tartalmazza a közlekedési és városfejlesztési szakemberek által régebben megfogalmazott, a fejlesztésekhez, útkarbantartáshoz, statisztikai feldolgozásokhoz szükséges adatokat.
- Tárolja az egyes csomópontok, szakaszok végpontjainak koordinátáit, hogy a későbbiekben lehetőség legyen az adatbázis felhasználásával az egyes útszakaszok kirajzolására.
- Legyen lehetőség a csomópontok, szakaszok, hidak esetében fényképek, rajzok, azaz grafikus objektumok tárolására is.
- A minősítő és forgalmi adatok részletesebb tárolásával nyújtson a korábbiaknál nagyobb segítséget a városfejlesztő szakemberek részére. (A szükséges input adatok meghatározásához, lásd *Gáspár* (2000; 2001; 2002).)
- Az adatbázis szerkezete olyan legyen, hogy esetlegesen felmerülő újabb igények esetén mind az egyes táblák, mind maga az adatbázis újabb táblákkal könnyen bővíthető legyen az eredeti struktúra megbontása nélkül.
- Olyan adatbázis-kezelő rendszert használjon, amely Magyarországon elterjedt, egyesíti a relációs adatbázis-kezelés és az objektumorientáltság előnyeit.

MEGVALÓSÍTÁS

A megváltozott igényeknek megfelelően úgy döntöttünk, hogy a könnyen hozzáférhető, Microsoft Access adatbázis-kezelőt használjuk. Emiatt szükségessé vált az állományok átszervezése is. Lényeges különbség, hogy míg régebben az egyes táblák, a különféle rekordstruktúrák a lemezen különböző állományokban helyezkedtek el (DBF), addig itt, egy adatbázisunk van, amely alapvetően ugyanazokat a táblákat tartalmazza, mint a régi rendszer. Külön indexállományok létrehozására sincs szükség.

Az adatbevitelnél ügyelni kell arra, hogy csak megfelelő adat kerülhessen be az egyes mezőkbe. Ezt egyrészt a mező feltételeinek beállításával, másrészt segéd táblák létrehozásával biztosítottuk.

Az adatbázis sokrétű felhasználhatóságának érdekében mind a forgalmi viszonyokat, mind az úthálózat minősítő paramétereit a korábbiaknál részletesebben tároljuk.

Az adatbázis négy táblájában lehetőséget biztosítottunk képek tárolására is. Ezek a képek az úrlapokon is megjeleníthetők. A képeket tartalmazó táblák az alábbiak:

- hídtörzs tábla,
- csomópont azonosító adatait tartalmazó tábla,
- szakasz alapadatainak táblája,
- részzakasz táblája.

Az egyes képek a forgalomról, az állapotról, illetve az elhelyezkedésről adnak felvilágosítást.

A csomópontoknál tároljuk a pontok koordinátáit is. Ez lehetőséget nyújt arra, hogy az adatbázist rajzoló programokkal összekapcsolva a város úthálózatát grafikusán is megjeleníthessük.

A kulcsok megadása után beállítottuk a kapcsolatokat. Az *1. ábrán* a jobb áttekinthetőség érdekében csak a fő táblák egymással való kapcsolatait szemléltetjük, a kódtáblákét nem.

- Szakaszok csomópontjai
- Teherbírások
- Településenkénti burkolathosszak
- Utca - szakasz végpontokkal

2. ábra

Járdák adatai

3. ábra

Kerékpárút adatai

Figure 2: Sidewalk's data

Figure 3: Cycle track's data

4. ábra

Burkolat állapota lekérdezés tervező nézete

Mező:	TKOD	TNEV	RBAL	ÁLLAPOT	Hossz: Sum([szelv]-)
Tábla:	TELEP	TELEP	RESZ	Állapot	
Összesítés:	Group By	Group By	Group By	Group By	Expression
Rendezés:	Növekvő		Növekvő		
Megjelenítés:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Feltétel:					
vagy:					

Figure 4: Condition of a road section – planning view

5. ábra

Burkolat állapota lekérdezés eredménye

TKOD	TNEV	RBAL	ALLAPOT	Hossz (m)
01	GYŐR-BELVÁROS	0	nincs adat	494
01	GYŐR-BELVÁROS	1	jó	2 813
01	GYŐR-BELVÁROS	2	megfelelő	1 087
01	GYŐR-BELVÁROS	3	tűrhető	33
02	GYŐR-GYÁRVÁROS	0	nincs adat	895
02	GYŐR-GYÁRVÁROS	1	jó	1 646
02	GYŐR-GYÁRVÁROS	2	megfelelő	3 090
02	GYŐR-GYÁRVÁROS	3	tűrhető	1 545
02	GYŐR-GYÁRVÁROS	4	nem megfelelő	247
03	GYŐR-LIKÓCS	0	nincs adat	194
03	GYŐR-LIKÓCS	1	jó	827
03	GYŐR-LIKÓCS	2	megfelelő	300
03	GYŐR-LIKÓCS	3	tűrhető	102

Figure 5: Result of a road condition query

ÚTBURKOLAT GAZDÁLKODÁS - PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM

Az adatbázis elkészítésének egyik legfontosabb célja az volt, hogy biztosítsa az útburkolat gazdálkodáshoz szükséges adatokat. A tárolt adatok lehetőséget adnak arra, hogy elkészítsük egy városi úthálózat karbantartási feladatainak megadását segítő számítógépes programot.

A feladat két változatát a következően fogalmazhatjuk meg:

- Adott állapot-összetételű úthálózat adott minőség-összetételű szinten tartásához milyen beavatkozások szükségesek, és ez mennyibe kerül (ún. forrásigény modell).
- Adott költségvetési keretet hogyan használunk fel, hogy a beavatkozások összessége a maximális javulást (legkevesebb romlást) okozza (ún. forráselosztás modell).
- Felhasználói szempontból nyilván az utóbbi a fontosabb, mivel rendszerint nem áll elegendő összeg a forrásigény feladat megoldására.
- A számítógépes modellek típusát tekintve két alapvető változat létezik:
- A hálózati szintű modellek a hálózat egészére tesznek javaslatot: milyen típusú, milyen állapotú utak hány százalékával milyen beavatkozást végezzünk.
- A projekt szintű modellek az egyes konkrét útszakaszokon adják meg a javasolt beavatkozásokat.

A megoldási módszerek lehetnek mérnöki - szakértői módszereken alapuló heurisztikus technikák vagy pontos optimumot szolgáltatató ún. optimalizációs eljárások. Az előbbi rendszerint projekt, az utóbbit a hálózati szintű feladatok esetén alkalmazzuk.

Heurisztikus módszerek

Egy vagy több útjellemző alapján adják meg a rangsort, a beavatkozási technikát és a hozzátartozó költséget. A módszerek általános jellemzője, hogy egy (vagy több minősítő paraméter esetén több) küszöbértéket adunk meg, amelyek a figyelembe veendő útszakaszokat két részre bontják. A megfelelő küszöbérték alatti utakon valamilyen

beavatkozást kell végezni, a másik halmazba eső utakkal az adott időszakban semmilyen teendő nincsen.

A sorolásra a következő paraméterek használhatók:

- Kombinált útállapot-index
- Egy vagy néhány kiválasztott jellemző (nyomvályúsodás, repedések, felület állapota,...stb.)
- Baleset, forgalomnagyság
- Aktuális nettó érték
- Várható költség/haszon értéke
- Egyéb kombinált mutató

A heurisztikus modelleket rövid (1-3 év) vagy hosszú távú (4-10 év) modelleknél is alkalmazhatjuk.

Matematikai optimalizációs eljárások

Egészértékű modellek

Egy útszakasz, illetve homogén útszakasz csoport esetén adnak döntést a beavatkozás jellegére. Jelölje az útszakaszok halmazát $E=(e_1, e_2, \dots, e_n)$, a lehetséges beavatkozások halmazát pedig $H=(h_1, h_2, \dots, h_n)$. A modell megfogalmazásához adjuk meg a haszonfüggvényt, a beavatkozások költségét és a rendelkezésre álló költségkeretet. Tekintsük az $e \in E$ útszakaszt, a $h \in H$ beavatkozást és a t . évet.

Vezessük be a következő jelöléseket:

b_{eht} jelölje az e . útszakaszon a h . beavatkozás társadalmi összhasznát a t . évben (közlekedési baleset költségcsökkenése, környezetvédelem, stb.)

B_t a fenntartásra fordítható összeg a t . évben

k_{eht} a beruházás költsége az e . szakaszon a h . beavatkozási politika esetén a t . évben.

Jelölje a meghatározandó ismeretleneket x_{eht} , amelynek értéke 1, ha a t . évben végrehajtjuk az e . szakaszon a h . beavatkozást, egyébként értéke 0. Cél olyan megoldást meghatározni minden e, h, t esetén, amelyre:

- Az évenkénti költségkeretet nem haladjuk meg.
- A társadalmi összhaszon maximális.
- A célfüggvény ennek megfelelően a következő: határozzunk meg olyan X megoldást, amelyre a célfüggvény maximális, azaz

$$\sum_{e \in E, h \in H} x_{eht} b_{eht} \rightarrow \max$$

$$x_{eht} = \begin{cases} 0 & \text{vagy} \\ 1 & e \in E, h \in H, t = 1, 2, \dots, T \end{cases}$$

- az összes beruházási költség évenként a megadott költségkeretet nem haladja túl, azaz

$$\sum_{e \in E, h \in H} k_{eht} x_{eht} \leq B_t \quad t = 1, 2, \dots, T$$

A modellnek több változata ismeretes: minden útszakaszra megadjuk a lehetséges beavatkozásokat – esetleg többfélét is. Az úthálózatot zónákra osztjuk és az egyes zónákra adjuk meg évenként a beruházási keretet.

A feladat ezek után olyan beavatkozási politika meghatározása, amelyre:

- A beavatkozások összege évenként és zónánként nem haladja meg a rendelkezésre álló keretet.
- A zónára évenként elköltjük az előírt minimális beavatkozás összegét.
- A teljes időperiódusra a beavatkozások összege minimális.
- A modell egy további variációjában figyelembe vesszük az éves kamatlábakat és a tervezett inflációs rátát is.

Lineáris programozási modell

Az egészértékű programozási modellben feltettük, hogy egy útszakasz egészével végzünk valamilyen műveletet. Ez *projekt* szintű modellek esetén megkívánt követelmény.

Hálózati szintű modellek esetén más a helyzet. Egy bizonyos úttípus egy forgalmi nagyságú és rögzített állapotú szakaszait egy halmazba egyesítjük. Az egyszerűség kedvéért jelölje s az úttípust, f a forgalmi kategóriát és r az útállapotot.

A rendelkezésre álló hálózathoz gyűjtjük ki azon szakaszokat, amelyek az s . úttípusba, az f . forgalmi kategóriába és az r . útállapotba tartoznak. Jelöljük ezt a halmazt $H_{AB}=(A,B)$ -vel. $H_{AB}=(A,B)=\{(a,b), (a,b)\in N\}$.

Jelölje a H_{AB} halmazhoz tartozó útszakaszok hosszát (vagy területét) L , az (a,b) szakaszhoz tartozó hosszát pedig l_{ab} .

L definíciója: $L = \sum_{(a,b)\in H_{AB}} l_{ab}$

A modellnek ebben az esetben arra kell választ adnia, hogy az L hány százalékát kell a h_1 , hány százalékát a h_2 , ... hány százalékát a h_p beavatkozással kezelni. Ezzel az egészértékűség helyére linearitás kerül, mivel a döntés csak a H_{AB} halmaz egy részhalmazáról történik. A lineáris programozási modell olyan megoldást szolgáltat, amely:

- Minimalizálja a teljes beavatkozás költségét egy vagy több időperiódusra.
- A megoldás eleget tesz az előírt feltételeknek, amelyek rendszerint azt kötik meg, hogy maximálisan mennyi rossz állapotú és minimálisan mennyi jó állapotú út legyen a vizsgált periódus végére.
- Megadja minden egyes H_{AB} útszakasz csoportra a beavatkozások százalékos megoszlását.
- Megadja a teljes úthálózatra beavatkozási típusonként az összes beavatkozást.
- A beavatkozási költségek ismeretében lehetővé teszi a költségek területenkénti elosztását.

HDM-III. Optimalizációs eljárás

A Világbank által ajánlott modell az alábbi kérdések megválaszolására vállalkozik:

- Hogyan ütemezzük a hálózat javítási programot, hogy a teljes hálózat egy elfogadható szint felett legyen.
- Hogyan osszuk el az erőforrásokat az útkategóriák között.
- Hogyan gazdálkodjunk a teljes rendelkezésre álló összeggel optimálisan.
- Mennyit költsünk új út építésére, felújításra, megerősítésre, rutin fenntartásra.
- A modell egészértékű, dinamikus vagy gradiens módszerrel oldható meg.

Hálózati feladat megoldása

Modell matematikai megfogalmazása

A Markov modell tulajdonképpen egy lineáris programozásra vezető modell, ami sztochasztikus elemeket is tartalmaz. Minden eljárás kihasználja a Markov folyamatok elméletét és a Q átmeneti valószínűség mátrixot (1. táblázat).

Itt q_{ij} annak a valószínűsége, hogy egy útszakasz egy időszak alatt az i . állapotból j . állapotba kerül. Az időperiódus lehet 1 év vagy 5-10 év is. A Q mátrix elemeire fennállnak a következő összefüggések:

$$q_{ij} \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^n q_{ij} = 1$$

Soroljuk be az útszakaszokat állapotuk szerint egy-egy halmazba. Az éves leromláshoz tartozó átmeneti mátrixot jelölje Q . 10 különböző állapotot különböztessünk meg. Élhetünk azzal a feltételezéssel, hogy a következő évben a vizsgált út vagy a jelenlegi állapotban marad, vagy legfeljebb egy osztályzatot romlik.

1. táblázat

Markov átmeneti valószínűségi mátrix

Jelenlegi állapot (1)	A jövő állapotra vonatkozó valószínűségek (2)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1:100%-91%	0.95	0.03	0.02							
2:90%-81%		0.93	0.07							
3:80%-71%			0.94	0.04	0.02					
4:70%-61%				0.95	0.05					
5:60%-51%					0.92	0.05	0.03			
6:50%-41%						0.96	0.04			
7:40%-31%							0.95	0.04	0.01	
8:30%-21%								0.93	0.07	
9:20%-11%									0.95	0.05
10:10%-0%										1

Table 1. Markov transition probability matrix

Initial condition state(1), Probability of archiving future condition state (2)

Ha a leromlási folyamatba nem avatkozunk be, akkor az út teljesen tönkremegy az idők folyamán (6 ábra).

Az útgazdálkodás során meg kell határozni azt az állapot-összetételt, amely kívánatos, és úgy kell alakítani a beruházási politikát, hogy a tervezési periódus végére a kívánt állapot álljon be (7 ábra).

6. ábra

A leromlás valószínűség eloszlása

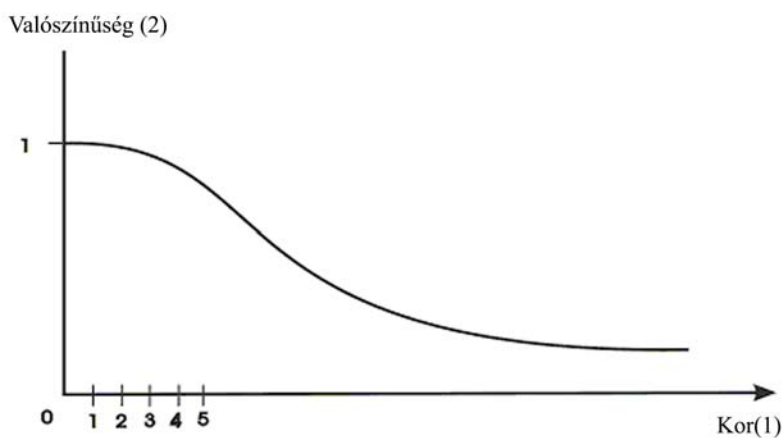


Figure 6: Probability distribution

Age(1), Probability(2)

7. ábra

Leromlási görbe beavatkozás esetén

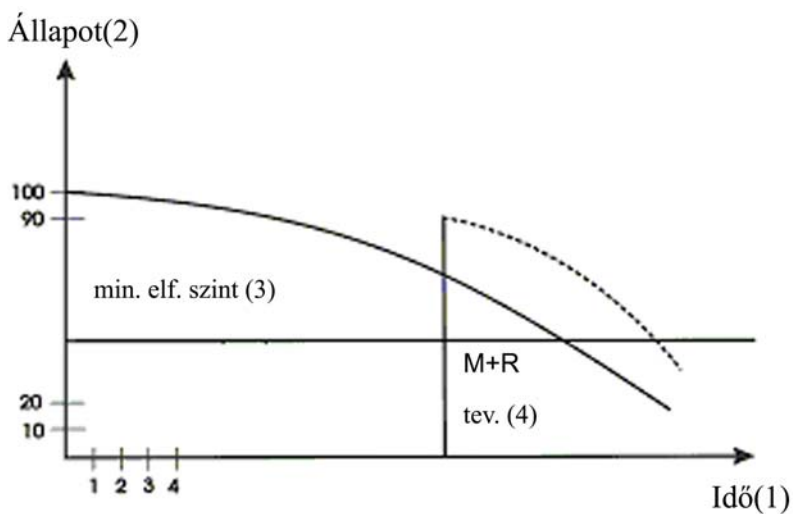


Figure 7: Performance curve and M+R action

Time(1), Condition level(2), Min. acceptable level(3), M+R (maintenance/rehabilitation) action(4)

Itt a Q mátrix helyett egy mátrix sorozatot kell megadni, ugyanis minden egyes beavatkozási politikához, útburkolattípushoz és forgalmi kategóriához tartozik egy mátrix. Meghatározandó, hogy az adott beavatkozást az i. állapotban levő utak hány százaléka kell végrehajtani.

A rendszer bemenő adatait a meglévő adatbázis adataiból állítjuk elő. Az átmeneti valószínűség mátrix a leromlási görbék és a közúti hálózatoknál szerzett tapasztalatok alapján készíthető el. Egy város teljes úthálózata javítási politikájának kidolgozására a Markov típusú optimalizációs modellt javasoljuk.

A fenti eljárás eredményét az útszakaszokra is le kell bontani és kijelölni, hogy hol milyen beavatkozást kell elvégezni a tárgyévben.

Projekt szintű rendszer felépítése

Elvi alapok

Az útburkolat élettartama 10 év, a javasolt vizsgálati időszak is ezre a periódusra vonatkozik.

A modell az aktuális burkolatállapotból indul ki, a várható viselkedésformákat és az ehhez tartozó további, a 10 év alatti karbantartási szükségleteket előrebecsli, majd ezek előnyeit, hátrányait (költségét és hasznát) kalkulálja az optimális döntések meghozatalához.

Az évente való újraalkalmazás esetén ismét az aktuális állapotból indul ki, s ezzel lehetővé tesszük, hogy a rendszer feltételezéseit a napi gyakorlattal igazoljuk, vagy korrigáljuk. Ez az ún. csúszó tervezés.

A modellt évente alkalmazzuk, de mindig a teljes 10 éves időperiódust vesszük figyelembe.

A modell leírása

Útállapot figyelembe vétele – 3 fokozatú osztályzat.

Beavatkozási szükségletek:

- Egyáltalán nincs szükség beavatkozásra
- Lokális beavatkozás szükséges (kátyúzás, repedéskiöntés, keréknyomjavítás)
- Összefüggő felületi beavatkozás (felületi bevonat)
- Burkolaterősítés (pályaszerkezet erősítés hengerelt aszfalttal)
- Átépítés
- A forgalom szerepe a modellben. Három forgalmi kategóriát alkalmazunk:
- Kis forgalom – max. 1000 motoros jármű/nap/sáv, max. 10% nehézgépjármű
- Közepes forgalom – max. 1000 motoros jármű/nap/sáv, több mint 10% nehézgépjármű
- Nagy forgalom – min. 2000 motoros jármű/nap/sáv, vagy 1001-2000 motoros jármű/nap/sáv, több mint 10,1% nehézgépjármű

Útburkolattípus és pályaszerkezet:

A gazdaságosság szerepe – mi történik, ha a javasolt beavatkozást elvégezzük, ennek milyen költségei és előnyei várhatók.

Állapotjellemzők a következők:

- Teherbírás
- Egyenetlenség
- Burkolat állapota

További figyelembe vett adatok:

- Burkolattípus
- Forgalom
- Baleset
- Víztelenítés állapota
- Esetleg terepjelleg, tömegközlekedés, forgalmi rend, stb.

Közvetett inputok:

- Beavatkozási technológia változatok
- Beavatkozási egységköltségek
- Pályaszerkezetek, burkolatok viselkedésének változása a forgalom függvényében
- A beavatkozások utáni időszak fenntartási-üzemeltetési egységköltségei
- A közlekedési egységköltségek
- A burkolaton kívüli tevékenységek egységköltségei, ill. előnye, haszna
- Az ún. harmadik fél (környezetvédelem, turizmus, idegenforgalom áruszállítás, kereskedelem élénkítésének stb.) költsége haszna
- Költségvetési keret

A rendszer outputjai:

- Megvalósítandó beavatkozások
- Teljes sorolási lista
- Költségkerethez tartozó beavatkozások
- Becsült veszteségek
- Ráfordítások hasznossága

Forgalom előrebecslés figyelembe vétele

Kialakítottuk a PMS modelleknél mind a heurisztikus, mind a matematikai modell esetén azt a változatot is, amelyik a forgalom megváltozását is nyomon követi. A két algoritmus folyamatábráját láthatjuk a 8. és a 9. ábrán.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

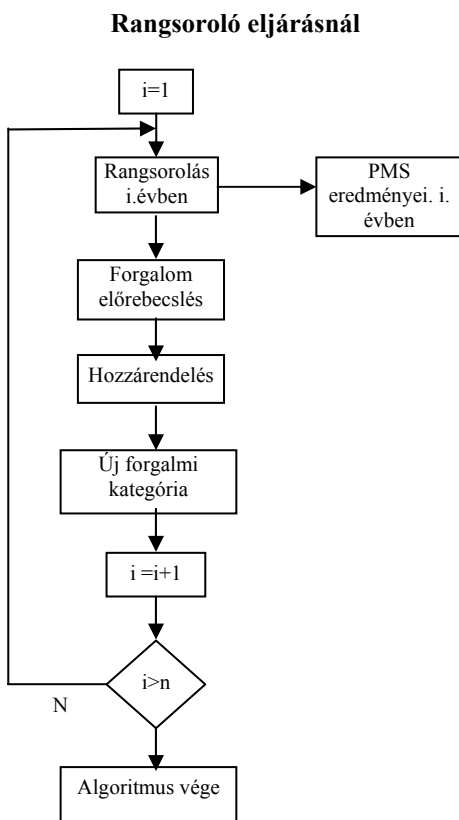
A közúti adatbázis legutóbbi verziója modern eszközökkel megvalósult. Üzemeltetésére államilag finanszírozott, szakképzett személyzet áll rendelkezésre. Adatok folyamatos módosítása, az állapotfelvetelek biztosítják a naprakész működés feltételeit.

Települések esetén a helyzet általánosan nem megoldott. Majdnem két évtizede elkészült egy rendszer, ami akkor korszerű volt. A szoftver azóta elavult, szükségszerű egy modernebb rendszerrel történő megvalósítás. Sajnos ezen a területen központi szerv nem létezik, a központi anyagi és szakmai támogatás is hiányzik. Az üzemeltetés szakemberhiány és megfelelő anyagi eszközök hiányában nem megoldott. Egy megyei jogú város esetén is egy, két munkatárs foglalkozik az utas területtel, akik energiáját a szakhatósági és egyéb munka teljes egészében lefoglalja.

A fenti kísérlet egy kevés anyagi lehetőségből megoldott munka, amit a Győri Önkormányzat finanszírozott. A rendelkezésre álló forrásokból adatfelvételre nem kerülhetett sor, az adatokat a korábbi rendszerből vettük át. A városi struktúra és a koordináták egy korábbi térkép digitalizálás eredményéből került a rendszerbe.

A program tetszés szerinti részhalmazt ki tud választani az előírt adatokkal együtt. Ezt egy grafikus rendszernek átadva a rajzi, térképi megjelenítés is megoldható. Az igazi megoldás persze egy GIS rendszer lenne, de ennek beszerzése, betanítása nagyságrendekkel több erőforrási igényel.

8. ábra



9. ábra

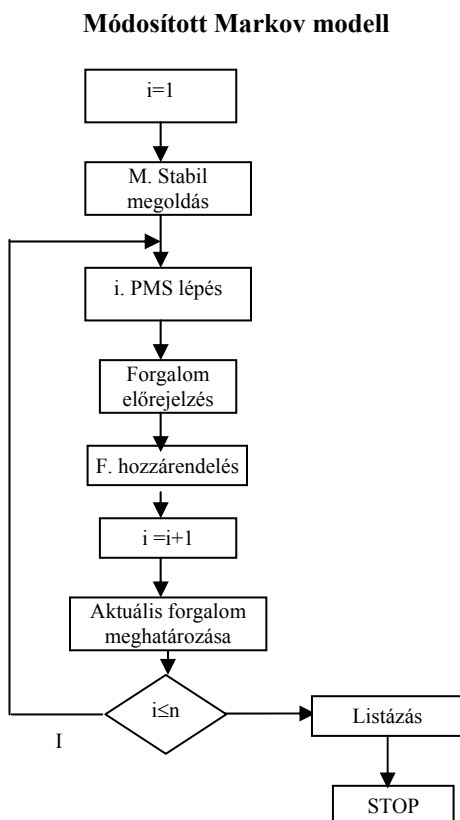


Figure 8: Algorithm in case of ranking

Figure 9: Modified Markov model

További lehetőség, hogy az ACCESS lehetővé teszi a képek, mozgóképek kezelését is. Ezzel a csomópontok, láthatóság, táblák, forgalmi viszonyok, útállapot vizuálisan is megjeleníthető, kezelhető.

A másik nagy előny, hogy Városi Út és Közműhálózat Gazdálkodási Rendszerhez könnyen előállíthatók az input adatok. Ez utóbbi rendszer közép és hosszútávon jelentős megtakarítást eredményez, és hozzájárul sok felesleges, párhuzamos munka elhárításához (pl. sorozatos útfelbontások (Bakó, 1992)). Ez tette lehetővé, hogy elkészítsük az adatbázis alapján a PMS modellt és hozzájárult a számítógépes rendszer kifejlesztéséhez.

IRODALOM

- Bakó, A., Gyulai, L., Erben, P. (1989). Structure of the Road Data Bank, Proceedings of the PMS. 43-46.
- Bakó, A., Csicsely, M., Marton, L., Gáspár, L. (1995). Hungarian Pavement Management System for the Road Network of a City. Proceedings of IInd International Conference on Road and Airfield Technology. National Univ. of Singapur. 692-701.

- Bakó A. (1984). Várostervezési információs rendszer és felhasználása tervezési hálózat előállításához. KTMF IV. Tudományos ülészek kiadványa. Győr. 72-75.
- Bakó A. (1992). Az optimális úthálózat-karbantartás meghatározása. Városi Közlekedés 23. 227-281.
- Bakó A. (1992). A városvezetési modell és a GIS. II. Országos Térinformatikai Konferencia Kiadványa. 142-145.
- Gáspár, L. (2000). Bridge management in Hungary. Mosty – od pomyslu do utrzymania. International Seminar Warsaw. Proceedings. 25-33.
- Gáspár, L. (2001). Network level use of FWD in Hungary. First European FWD User's Group Meeting. Delft. Information binder Presentation. 12. 9.
- Gáspár, L. (2002). Highway pavement performance models. 9th International Conference on Asphalt Pavements. Copenhagen. CD-ROM Proceedings.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Ambrusné Somogyi Kornélia

Budapesti Műszaki Főiskola

Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Médiatechnológiai Intézet

1034, Budapest, Doberdó út 6.

Budapest Tech, Rejtő Sándor Faculty of Light Industry Engineering

Institute of Media Technology

H-1034, Budapest, Doberdó út 6.

Tel.: 36-1-666-5922, Fax: 36-1-454-0078

e-mail: a_somogyi.kornelia@rkk.bmf.hu



A földrengésből származó károk becslésének lehetőségei

Kovács E., Lipovits Á.

Pannon Egyetem, Matematikai és Számítástechnikai Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkünk az évenként magyarországi földrengésszám vizsgálatának néhány lehetőségét mutatja be. Célunk az volt, hogy egy érdekes adatsoron szemléltessük az MCMC módszer hasznosságát, melyet egyre gyakrabban alkalmaznak az utóbbi években. Megmutattuk, hogy a leggyakrabban használt eloszlások nem illeszkednek jól adatainkra. A gyakoriságot elfogadható módon közelítettük keverék-Poisson eloszlással. A rejtett Markov-modellből kapott becslések viszont azt mutatják, hogy az éves földrengésszámok nem függetlenek egymástól. Saját fejlesztésű program segítségével tudjuk az adatokat szűrni, és a következő 20 év forgatókönyveit szimulálni. A program által előállított jövőbeli események például a biztosításmatematikai számításokban is felhasználhatóak.

(Kulcsszavak: földrengés, keverék Poisson-eloszlás, rejtett Markov-modell)

ABSTRACT

Estimation possibilities of damages after earthquakes

E. Kovács, Á. Lipovits

Pannon University, Department of Mathematics and Computing, H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

In our essay we tried to present some possible approaches of the annual earthquake numbers' statistical investigation, happening in Hungary. We aimed to demonstrate on an interesting series of data the usefulness of the MCMC method, more and more applied in the last years. We pointed out that the most often applied distributions do not apt well to our data. We approached the frequencies with the mixed Poisson distribution acceptably, but the results, received by the evaluation of the hidden Markov model, suggest that the annual numbers of frequencies are not independent of each other. We developed computer application for collecting data and simulation scenarios of earthquake numbers for the next 20 years. Future events might be easily simulated with the presented program, applying for insurance calculations for example.

(Keywords: earthquakes, mixed Poisson distribution, hidden Markov model)

BEVEZETÉS

A biztosítók részéről felmerül az igény, hogy egy bizonyos időegység (például egy év) alatt földrengésből származó kárukat valamilyen módon reálisan megbecsüljék. Ehhez megfelelő adatbázisra, jól dokumentált épületekre van szükség. (Fontos tudni az épületek helyét, korát, típusát, sérülékenységét, bár ezek az adatok még a biztosítóknál regisztrált épületek esetén sem állnak mindig rendelkezésre.)

Megkülönböztetjük a földrengés-veszélyeztetettség és a földrengés-kockázat fogalmát. Az előbbi esetén egy adott helyen azt vizsgálják, hogy meghatározott időn – pl.

100 éven – belül mekkora valószínűséggel következik be egy adott magnitúdónál nagyobb rengés. Földrengés–kockázat viszont az anyagi veszteséget méri, így ezt befolyásolja az adott területen lévő épületek száma, értéke, műszaki állapota, illetve az épületek típusa is. Magyarország mindkét szempontból enyhe/közepes „kategóriába” tartozik.

Egy biztosítótársaságot nyilván az utóbbi érdekli. A veszteségek becsléséhez kiindulhatunk az elmúlt évtizedek adataiból (figyelembe véve többek között az inflációt, az új épületek minőségi paramétereit, a biztosítási állomány struktúráját), de ekkor eltekintենnk annak a kockázatától, hogy a korábbiaknál jóval nagyobb erősségű rengés is bekövetkezhet egy nagyvárosban, például Budapesten vagy annak közelében. Egy másik megközelítés, hogy több ezer forгатókönyvet generálunk, ahol egy forгатókönyv egy időegységre (például évre) szól. „Kisorsoljuk” – számítógéppel generáljuk – az év során bekövetkező rengések számát, minden egyes rengés helyét (szélességi és hosszúsági körrel megadva), a hipocentrum mélységét (kilométerben), a rengés erősségét (magnitúdóval vagy maximális intenzitással jellemezve). Majd minden egyes rengés esetén megbecsüljük a veszteségeket, figyelembe véve a biztosított épületek távolságát az epicentrumtól. (Az összes épület kárát nézzük minden rengés esetén, és ezeket összegezzük.) Így több ezer „év” „tapasztalatából” becslés adható a kockázat eloszlásfüggvényére, illetve más jellemzőire, például kvantilisre vagy várható értékére. Ehhez viszont szükséges tudni – sok más mellett vagy előtt –, hogy hány rengésre számíthatunk egy év alatt. Elég az olyan erősségű rengéseket vizsgálni, amelyek a tapasztalatok szerint már okozhatnak károkat. Az éves magyarországi földrengésszámot, mint valószínűségi változót vizsgáljuk, és számítógépes modellezését mutatjuk be. (Megjegyezzük, hogy ebben a modellben a következő rengés helye, mélysége, erőssége stb. is valószínűségi változó lesz.)

ANYAG ÉS MÓDSZER

Program az adatok rendezésére és szűrésére

Az elmúlt 1600 év magyarországi rengéseinek rendezése, az utórezgések kiszűrése erre a célra készített számítógépes programokkal történt, az adatok vizsgálata pedig az R–programcsomag valamint a modellekhez írt programok segítségével. (Megjegyezzük, hogy az északi szélesség 45,5–49 fok és a keleti hosszúság 16–23 fok közötti területet értjük „Magyarország” alatt.) A magyarországi rengésekről (részben interaktív módon) részletes adatokat nyújt a www.georisk.hu, illetve a www.foldrenges.hu honlap. *Zsíros és mtsai.* (1988) valamint *Tóth és mtsai.* (1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004) munkáiban részletes adatsorokat találhatunk. A Pannon–régió, illetve a Kárpát-medence szeizmicitását pedig – több más szerző és tanulmány mellett – *Tóth és mtsai* (2002) cikke, illetve *Zsíros* (2000) tekinti át nagyon részletesen.

Adattisztítást végeztünk, mely során az utórezgéseket kiszűrtük. Mindezt azért tettük, hogy a szűrés után megmaradt rengéseket függetlennek tekinthessük, ami a statisztikai vizsgálatokat némileg megkönnyíti. (A rengést követő utórezgések erőssége – magnitúdója vagy maximális intenzitása – például szoros kapcsolatban van a főrengéssel.) Az „utórengésre” univerzálisan elfogadott egzakt definíció nincs, bár az utórezgések számára vonatkozó Omori–formula (*Omori*, 1894) több mint 100 éves. Így az alábbi munka–definíciót adtuk: nevezzük utórengésnek azt a rengést (R), amelyhez találunk olyan rengést, hogy

- legfeljebb 30 nappal R előtt történt,
- epicentruma R epicentrumához „nagyon közel” van és
- magnitúdója R magnitúdójánál nagyobb.

Munka-definíció: az $A(x_1, y_1)$ és $B(x_2, y_2)$ pontot térben „nagyon közelinek” tekintjük, ha

$$((x_1 - x_2)^2 + 1,89(y_1 - y_2)^2)^{1/2} \leq 1/2,$$

ahol az első koordináta a szélességi, a második a hosszúsági kört jelenti (fokban). Beszélhetünk előrengésekről is, de ezeket ebben a modellben nem definiáltuk.

A továbbiakban „rengés” alatt az utórengések elhagyása után megmaradt rengéseket értettük, amelyek legalább 2,9 magnitúdójúak. Az ennél kisebb magnitúdójú rengések esetén minimális az esélye, hogy komoly kár következik be. A 3-as magnitúdónál kisebb rengések maximális intenzitása – a tapasztalatok szerint – nagyon ritkán éri el a IV-es fokozatot, így komoly károkat nem okoznak. A *Munich Re Group* (2004) CD-je szerint a kárárány várható értéke még egy V-ös intenzitású rengés esetén is 0,1%-nál kisebb. (Az intenzitás skála a pusztítás mértékét jelzi, I-től XII-ig változik. Az I-es erősségű rengés alig érzékelhető, a XII-es a teljes pusztítást jelenti az épített környezetben. Erről is pontos adatokat tartalmaz a CD.)

1. ábra

Az adatokat feldolgozó program

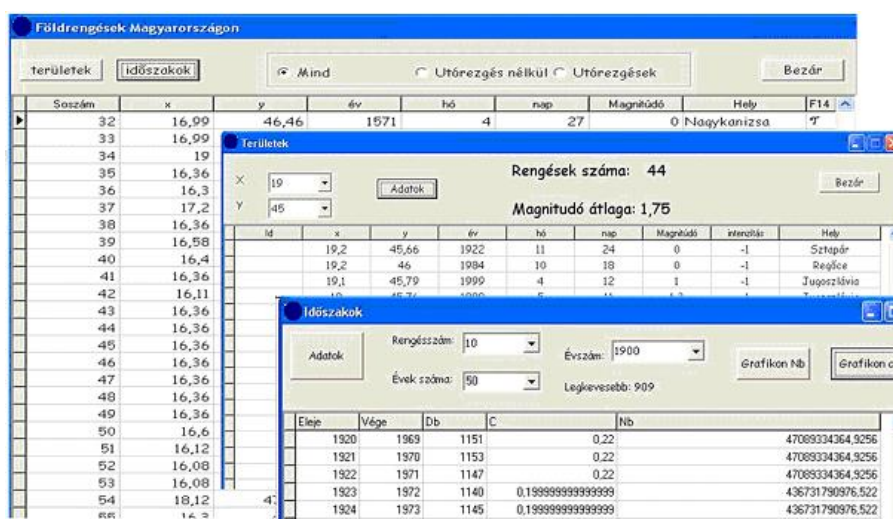


Figure 1: The application for the data processing

Számítógépes programunk (1. ábra) gyűjti, illetve kiszűri bármely terület és bármely időintervallum utórengéseit, így az utórengések számának eloszlását is vizsgálni tudjuk. Ez azért érdekes, mert tudnunk kell, hogy egy legenerált – szimulált – rengést hány rengés követ majd a főrengés környékén. (Ezek is okozhatnak károkat.) Az utórengések száma is valószínűségi változó ebben a modellben. Az eloszlásukat azonosítani kell, és minden főrengéshez ebből az eloszlásból rendelünk (generálunk) utórengés számot. Munkánkban elsősorban az évenkénti főrengések számát kívánjuk vizsgálni, csupán néhány megjegyzést teszünk az utórengések számával kapcsolatban.

Az 1900 és 2003 közötti adatok esetén a következő gyakoriságokat kaptuk az utórengések számára vonatkozóan (2. ábra). Látható, hogy 144 rengés esetén volt, 861 esetén nem volt utórengés.

2. ábra

Utóregések gyakorisága

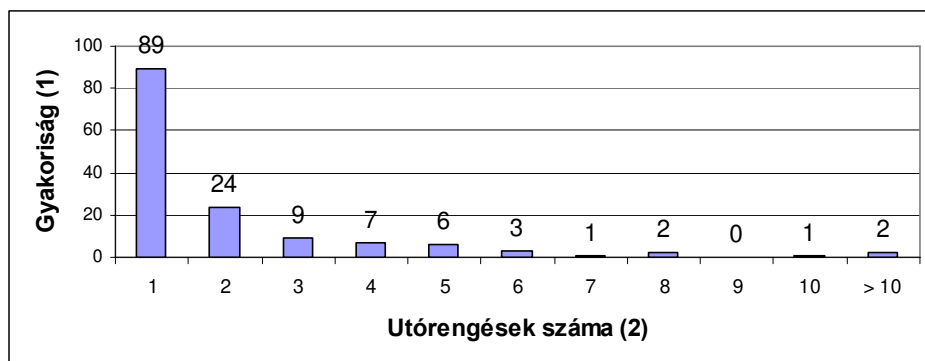


Figure 2: The frequency of the aftershocks

Frequency(1), Aftershocks(2)

Mivel itt az utóregések utóregései is szerepelnek, ezért egy másik adatsort is megnéztünk. Ha csak azokat az 1900 és 2003 közötti rengéseket nézzük, amelyek – fenti definíciónk alapján – nem utóregések, akkor 597 rengést nem követett utóregés. A 109 rengés hozott létre utóregést (3. ábra). Vagyis körülbelül minden hetedik rengés után kell a modellben utóregést generálni, és ha kell, akkor kb. 2/3 eséllyel egy utóregést. (Megjegyezzük, hogy ekkor egy utóregést is utóregés követ hozzávetőlegesen 1/7 valószínűséggel.)

3. ábra

A nem utóregések utóregéseinek gyakorisága

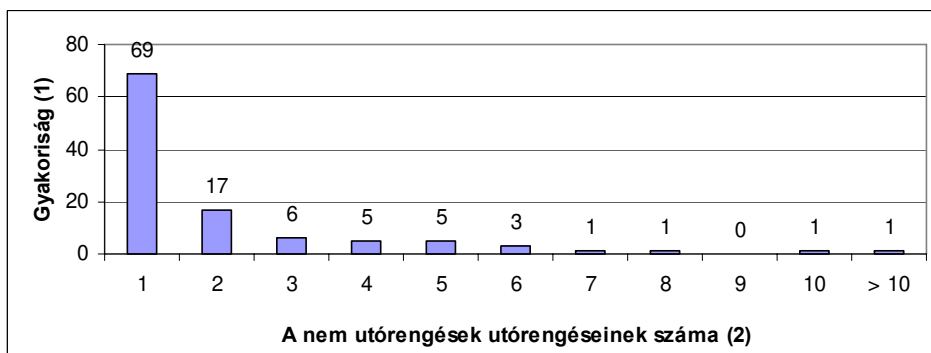


Figure 3: The frequency of the aftershocks of non-aftershocks

Frequency(1), Aftershocks of non-aftershocks(2)

Modellek a földrengések számának vizsgálatára

Megnéztük, hogy hány olyan rengésről tudunk az alábbi időintervallumokban (50 év hosszúak), amelyek Magyarországon történtek, magnitúdójuk pedig legalább 4, de kisebb mint 5 (vagyis jelentős rengések) (4. ábra).

4. ábra

A 4 és 5 magnitúdó közötti rengések gyakorisága

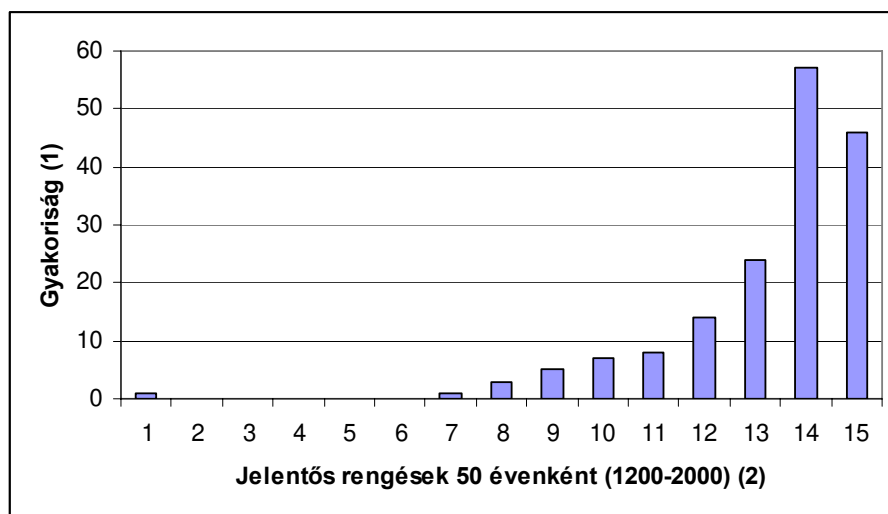


Figure 4: The frequency of the shocks with a magnitude between 4 and 5

Frequency(1), Shocks with a magnitude between 4 and 5(2)

Szembeötlő a megfigyelések számának gyors növekedése. Hasonló eredményeket találhatunk Zsíros (2000) tanulmányában. A legnagyobb változás éppen a XX. század elején történt, amikor közel egy tucat megfigyelő-állomásból álló hálózatot építettek ki Magyarország akkori területén, mellyel az ország az észlelés terén a világ élvonalába került. Mivel az észlelések számának nagyfokú emelkedése a technikai fejlődés következménye, ezért úgy határoztunk, hogy csak 1900-tól tekintjük az adatokat. (Ezzel persze sok adatot figyelmen kívül hagyunk. Érdekes eljárást ír le Dargahi-Noubary (2002), az Észak-amerikai földrengésszám vizsgálatára, amellyel esetleg a korábbi adatok is hasznosíthatók lehetnek.)

A XX. századi adatok vizsgálata

1900-tól 2003-ig az egyes években regisztrált legalább 2,9 magnitúdójú nem-utó rengések számának alakulását vizsgáltuk (5. ábra).

Az 1900. és 2003. között (104 év) megnéztük, hogy hány olyan év volt, amikor a földrengések száma 0, 1, 2 stb. volt (6. ábra).

5. ábra

Évenkénti rengésszámok (1900-2003)

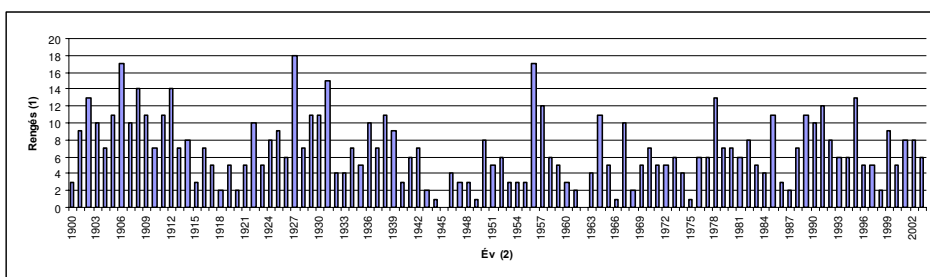


Figure 5: The annual shocks

Shock(1), Year(2)

6. ábra

Évi rengések számának gyakorisága

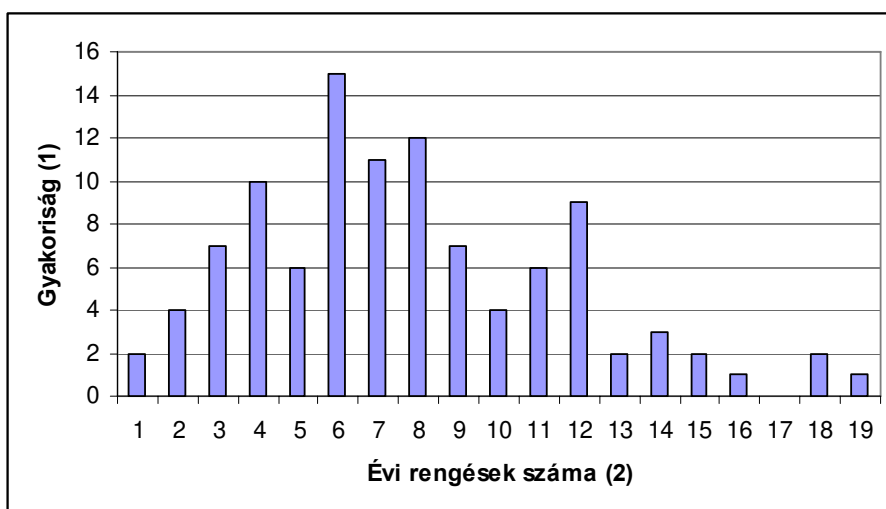


Figure 6: The frequency of the number of the annual shocks

Frequency (1), The number of the annual shocks(2)

Modellek

1. Első modellünkben az évenkénti rengések számait független, azonos eloszlású valószínűségi változónak tekintettük.

1.1. A biztosításmatematikában a kárszámok modellezésére leggyakrabban alkalmazott (a,b,0) eloszlások illeszkedését vizsgáltuk, vagyis a Poisson-, negatív

binomiális és binomiális eloszlást (Kagan and Jackson, 2000). Ezekre $P(\xi=n)=(a+b/n) \cdot P(\xi=n-1)$, $n=1,2,3,\dots$ (Példánkban ξ az éves rengésszám.)

A Biztosításmatematika című jegyzet (Arató, 1997) gondolatmenetét követve kiderült, hogy ezek az eloszlások nem illeszkedtek adatainkra. Ezért keverék Poisson-eloszlásokat tekintettünk.

1.2.1. Feltételeztük, hogy az évenkénti rengések számai: $\xi_{1900}, \xi_{1901}, \dots, \xi_{2003}$ függetlenek, azonos eloszlásúak, és $P(\xi_i=n)=p \cdot e^{-\lambda_1} \cdot \lambda_1^n/n! + (1-p) \cdot e^{-\lambda_2} \cdot \lambda_2^n/n!$ (minden i -re). A likelihood függvényt az R-programcsomagok segítségével, közelítéssel maximalizáltuk. A közelítés a következő eredményt adta: $\hat{p}=0,56$, $\hat{\lambda}_1=4,3657$, $\hat{\lambda}_2=9,88$. A χ^2 statisztika értéke 9,129, tehát az illeszkedés nagyon jó, a hipotézist elfogadtuk.

1.2.2. Megvizsgáltuk az illeszkedést abban az esetben is, amikor 3 Poisson-eloszlású valószínűségi változó keverékének tekintettük az éves rengésszámot. Ekkor feltételeztük, hogy az évenkénti rengések számai: $\xi_{1900}, \xi_{1901}, \dots, \xi_{2003}$ függetlenek, azonos eloszlásúak, és $P(\xi_i=n)=p \cdot e^{-\lambda_1} \cdot \lambda_1^n/n! + q \cdot e^{-\lambda_2} \cdot \lambda_2^n/n! + (1-p-q) \cdot e^{-\lambda_3} \cdot \lambda_3^n/n!$ ($i=1900, 1901, \dots, 2003$). Az R-programmal a paraméterekre a maximum likelihood becslés $\hat{p}=0,1033$, $\hat{q}=0,5915$, $\hat{\lambda}_1=1,8528$, $\hat{\lambda}_2=5,5832$, $\hat{\lambda}_3=10,7964$ lett. Itt is elvégeztük χ^2 -próbát. Az eredmény 3,456 lett, ami nagyon jó illeszkedést jelent.

2. A két Poisson keverékének modelljét általánosítva rejtett Markov-modellt vizsgáltunk.

Legyen Z_1, Z_2, \dots, Z_N valószínűségi változó, melyek értékkészlete $\{0,1\}$. Z_m ($m=1,2,\dots,N$) -re úgy tekintünk, mint az m -edik „év” állapotára. Legyen λ_0 a 0-s állapot, λ_1 pedig az 1-es állapot paramétere ($\lambda_0, \lambda_1 > 0$). Tegyük fel, hogy

$$P\left(\mathbf{Z}_{m+1} = j \mid \mathbf{Z}_m = i, \mathbf{Z}_{m-1} = z_{m-1}, \dots, \mathbf{Z}_1 = z_1, \mathbf{Z}_0 = z_0\right) =$$

$$P\left(\mathbf{Z}_{m+1} = j \mid \mathbf{Z}_m = i\right) = p_{ij}, \quad \left(i, j \in \{0,1\}, m \in \{0,1,\dots,N-1\}\right),$$

nem függ m -től.

Így az átmenet- λ valószínűség mátrix:

$$\Pi = (p_{ij})_{i,j \in \{0,1\}} = \begin{bmatrix} p_{00} & 1-p_{00} \\ p_{10} & 1-p_{10} \end{bmatrix}$$

Jelölje ξ_m (valószínűségi változó) az m -edik év rengéseinek (megfigyeléseinek) számát. Feltesszük, hogy $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_N$, feltételesen független a $Z_1=z_1, Z_2=z_2, \dots, Z_N=z_N$, feltételre vonatkozóan, továbbá ξ_m feltételes eloszlása Poisson, és csak Z_m -től függ minden m esetén ($m \in \{1,2,\dots,N\}$), vagyis

$$P(\xi_m = k_m | \mathbf{Z}_1 = z_1, \mathbf{Z}_2 = z_2, \dots, \mathbf{Z}_m = i, \dots, \mathbf{Z}_N = z_N) = \frac{\lambda_i^{k_m}}{k_m!} e^{-\lambda_i} \text{ és}$$

$$P(\xi_1 = k_1, \xi_2 = k_2, \dots, \xi_N = k_N | \mathbf{Z}_1 = z_1, \dots, \mathbf{Z}_N = z_N) = \prod_{j=1}^N \frac{\lambda_{z_j}^{k_j}}{k_j!} e^{-\lambda_{z_j}}$$

Feladatunk az, hogy becsljük Z_1, Z_2, \dots, Z_N értékét, λ_0 és λ_1 és értékét, valamint a p_{00} és p_{10} átmenet- λ valószínűségeket.

Bayes-i megközelítés

Bayes-i megközelítéssel dolgozunk. Feltesszük, hogy paramétereink a priori eloszlása a következő:

$$\begin{aligned} p_{00} &\sim E(0,1), \\ p_{10} &\sim E(0,1), \\ \lambda_0 &\sim \Gamma(\alpha_0, \beta_0), \\ \lambda_1 &\sim \Gamma(\alpha_1, \beta_1), \end{aligned}$$

Adottnak feltételezzük az α_0, β_0 és α_1, β_1 paramétereket.

A Bayes-formulából

$$f(y|x) = \frac{f(x|y) \cdot f(y)}{\int_A f(x|y) f(y) dy} \propto f(x|y) \cdot f(y),$$

ahol $A = \{\text{az összes lehetséges } y \text{ érték}\}$. Itt az \propto a Bayes-i statisztikában szokásos jelölés, azaz azt jelenti, hogy a két mennyiség konstans szorzótól eltekintve egyenlő \underline{k} -val jelölve (vektorba rendezve) az 1900 és 2003 közötti 104 év megfigyeléseit a feltételes sűrűségfüggvény:

$$\begin{aligned} f_{\mathbf{Z}_1, \mathbf{Z}_2, \dots, \mathbf{Z}_N, \mathbf{p}_{00}, \mathbf{p}_{10}, \lambda_0, \lambda_1 | \xi}(\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{z}_N, p_{00}, p_{10}, \lambda_0, \lambda_1 | \underline{k}) &= \\ = P(\xi = \underline{k} | \mathbf{Z}_1 = \mathbf{z}_1, \mathbf{Z}_2 = \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{Z}_N = \mathbf{z}_N, \mathbf{p}_{00} = p_{00}, \mathbf{p}_{10} = p_{10}, \lambda_0 = \lambda_0, \lambda_1 = \lambda_1) &= \\ P(\mathbf{Z}_1 = \mathbf{z}_1, \mathbf{Z}_2 = \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{Z}_N = \mathbf{z}_N | \mathbf{p}_{00} = p_{00}, \mathbf{p}_{10} = p_{10}, \lambda_0 = \lambda_0, \lambda_1 = \lambda_1) &= \\ = \frac{g(\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{z}_N, p_{00}, p_{10}, \lambda_0, \lambda_1)}{P(\xi = \underline{k})} \propto g(\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{z}_N, p_{00}, p_{10}, \lambda_0, \lambda_1), \end{aligned}$$

ahol:

$f_{\mathbf{p}_{00}}(p_{00}) = \mathcal{X}_{\{p_{00} \in [0,1]\}}$, $f_{\mathbf{p}_{10}}(p_{10}) = \mathcal{X}_{\{p_{10} \in [0,1]\}}$, az $f_{\lambda_0}(\lambda_0)$ és az $f_{\lambda_1}(\lambda_1)$ függvény a gamma eloszlás sűrűségfüggvénye, a $P(\xi = \underline{k})$ csupán egy normalizáló konstans.

Ennek az $f_{\mathbf{Z}_1, \mathbf{Z}_2, \dots, \mathbf{Z}_N, \mathbf{p}_{00}, \mathbf{p}_{10}, \lambda_0, \lambda_1 | \xi}(\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{z}_N, p_{00}, p_{10}, \lambda_0, \lambda_1 | \underline{k})$ függvénynek a maximumhelyét keressük. A függvény tényezőit külön-külön megvizsgáltuk:

$$\begin{aligned} P(\xi = \underline{k} | \mathbf{Z}_1 = \mathbf{z}_1, \mathbf{Z}_2 = \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{Z}_N = \mathbf{z}_N, \mathbf{p}_{00} = p_{00}, \mathbf{p}_{10} = p_{10}, \lambda_0 = \lambda_0, \lambda_1 = \lambda_1) &= \\ = \prod_{i=1}^N \left[\frac{(\lambda_0 \cdot (1 - z_i) + \lambda_1 \cdot z_i)^{k_i}}{k_i!} e^{-(\lambda_0(1-z_i) + \lambda_1 z_i)} \right] \end{aligned}$$

Valamint

$$\begin{aligned} P(\mathbf{Z}_1 = \mathbf{z}_1, \mathbf{Z}_2 = \mathbf{z}_2, \dots, \mathbf{Z}_N = \mathbf{z}_N | \mathbf{p}_{00} = p_{00}, \mathbf{p}_{10} = p_{10}, \lambda_0 = \lambda_0, \lambda_1 = \lambda_1) &= \\ P(\mathbf{Z}_N = \mathbf{z}_N | \mathbf{Z}_{N-1} = \mathbf{z}_{N-1}, \dots, \mathbf{Z}_1 = \mathbf{z}_1, \mathbf{p}_{00} = p_{00}, \mathbf{p}_{10} = p_{10}, \lambda_0 = \lambda_0, \lambda_1 = \lambda_1) &= \\ P(\mathbf{Z}_{N-1} = \mathbf{z}_{N-1} | \mathbf{Z}_{N-2} = \mathbf{z}_{N-2}, \dots, \mathbf{Z}_1 = \mathbf{z}_1, \mathbf{p}_{00} = p_{00}, \mathbf{p}_{10} = p_{10}, \lambda_0 = \lambda_0, \lambda_1 = \lambda_1) &= \\ \dots &= \\ P(\mathbf{Z}_2 = \mathbf{z}_2 | \mathbf{Z}_1 = \mathbf{z}_1, \mathbf{p}_{00} = p_{00}, \mathbf{p}_{10} = p_{10}, \lambda_0 = \lambda_0, \lambda_1 = \lambda_1) &= \\ P(\mathbf{Z}_1 = \mathbf{z}_1 | \mathbf{p}_{00} = p_{00}, \mathbf{p}_{10} = p_{10}, \lambda_0 = \lambda_0, \lambda_1 = \lambda_1) &= \\ = p_{00}^{\ell_{00}} \cdot (1 - p_{00})^{\ell_{01}} \cdot p_{10}^{\ell_{10}} \cdot (1 - p_{10})^{\ell_{11}} &= \\ P(\mathbf{Z}_1 = \mathbf{z}_1 | \mathbf{p}_{00} = p_{00}, \mathbf{p}_{10} = p_{10}, \lambda_0 = \lambda_0, \lambda_1 = \lambda_1), \end{aligned}$$

ahol:

ℓ_{00} jelöli a 0 állapotból 0 állapotba,
 ℓ_{01} jelöli a 0 állapotból 1-es állapotba,
 ℓ_{10} az 1-es állapotból 0 állapotba,
 ℓ_{11} pedig az 1-es állapotból 1-es állapotba történő átmenetek számát.
 (Megjegyzés: $\ell_{00} + \ell_{01} + \ell_{10} + \ell_{11} = N-1$).

Az a posteriori eloszlások

Először a λ_0 valószínűségi változó a posteriori eloszlását vizsgáltuk. Azt kaptuk, hogy

$$f_{\lambda_0|\underline{\xi}, \underline{Z}}(\lambda_0|\underline{k}, \underline{z}) = \frac{g(z_1, z_2, \dots, z_N, \lambda_0, \lambda_1, p_{00}, p_{10})}{p(\underline{\xi} = \underline{k})} =$$

$$C \cdot f_{\lambda_0}(\lambda_0) \cdot \lambda_0^{\sum_{i:z_i=0} k_i} \cdot e^{-\lambda_0 \sum_{i=1}^N (1-z_i)}$$

Mivel $\lambda_0 \sim \Gamma(\alpha, \delta)$, és így sűrűségfüggvénye $f_{\lambda_0}(\lambda_0) = \frac{\delta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \cdot \lambda_0^{\alpha-1} \cdot e^{-\delta \cdot \lambda_0}$ ($\lambda_0 > 0$), ezért

$$f_{\lambda_0|\underline{\xi}, \underline{Z}}(\lambda_0|\underline{k}, \underline{z}) = h(\lambda_0) = C \cdot \frac{\delta^\alpha}{\Gamma(\alpha)} \cdot \lambda_0^{\alpha-1 + \sum_{i:z_i=0} k_i} \cdot e^{-\lambda_0 \left(\delta + \sum_{i=1}^N (1-z_i) \right)} =$$

$$= B \cdot \lambda_0^{\alpha-1 + \sum_{i:z_i=0} k_i} \cdot e^{-\lambda_0 \left(\delta + \sum_{i=1}^N (1-z_i) \right)}$$

Tehát azt kaptuk, hogy λ_0 a posteriori eloszlása:

$$\lambda_0|\underline{\xi} = \underline{k}, \underline{Z} = \underline{z} \sim \Gamma\left(\lambda + \sum_{i:z_i=0} k_i; \delta + \sum_{i=1}^N (1-z_i)\right)$$

Ugyanezt mondhatjuk el λ_1 a posteriori eloszlásáról (α' és δ' , illetve $\alpha' + \sum_{i:z_i=1} k_i$ és

$\delta' + \sum_{i=1}^N z_i$ paraméterrel).

A p_{00} valószínűségi változó a posteriori eloszlásának vizsgálatára során kiderült, hogy az

$$a \text{ posteriori sűrűségfüggvény } f_{p_{00}|\underline{\xi}, \underline{Z}}(p_{00}|\underline{k}, \underline{z}) = \frac{g(z_1, z_2, \dots, z_N, \lambda_0, \lambda_1, p_{00}, p_{10})}{P(\underline{\xi} = \underline{k})} =$$

$$= C \cdot f_{p_{00}}(p_{00}) \cdot p_{00}^{\ell_{00}} \cdot (1-p_{00})^{\ell_{01}}, \text{ ahol a } C \text{ konstans.}$$

Megkaptuk, hogy az a posteriori eloszlás $\beta(1_{00}+1, 1_{01}+1)$.

Hasonlóan adható meg p_{01} a posteriori eloszlása is, amely $\beta(1_{10}+1, 1_{11}+1)$ lesz.

MCMC (Markov Chain Monte Carlo) módszer alkalmazása

A maximumhely keresést az MCMC (Markov Chain Monte Carlo) módszerrel végezzük (Rydén, 2004).

1. Z_1, Z_2, \dots, Z_N , értékeit $\{0,1\}$ -en diszkrét egyenletes eloszlásból, p_{00} p_{00} és p_{10} értékét

$E(0;1)$ eloszlásból generáljuk, λ_0 -at $\Gamma\left(3; \frac{1}{1,5}\right)$, λ_1 -et $\Gamma\left(5; \frac{1}{2}\right)$ eloszlásból választjuk

ki. Az így kapott értékek lesznek iterációs eljárásunk kezdőértékei.

2. A $\{1, 2, \dots, N\}$ -ből visszatevéses mintavétellel kiválasztjuk i_1, i_2, \dots, i_N -t.
Jelölje $g^*(i_1)$ azt a függvényértéket, melyet úgy kapunk, hogy z_{i_1} -et $1 - z_{i_1}$ -re változtatjuk, a többi argumentumot változatlanul hagyjuk.
Ha $\frac{g^*(i_1)}{g(z_1, \dots, z_N, \lambda_0, \lambda_1, p_{00}, p_{00})} > 1$, akkor z_{i_1} -et $1 - z_{i_1}$ -re változtatjuk.
Ha $\frac{g^*(i_1)}{g(z_1, z_2, \dots, z_N, \lambda_0, \lambda_1, p_{00}, p_{00})} = a < 1$, akkor „a” valószínűséggel kicseréljük, 1-a valószínűséggel meghagyjuk z_{i_1} értékét.
A program az „a” értékét kiszámolja, majd ezt egy (0,1)-ből generált számmal összehasonlítja. Ha a generált szám kisebb a-nál, csere történik, különben nem.
Hasonlóan járunk el i_2, i_3, \dots, i_N esetén is. (Ez a lépés a Metropolis–Hastings algoritmusnak felel meg.)
3. Új értéket generálunk λ_0 a posteriori eloszlásából, jelölje ezt λ_0^* . λ_0 -t λ_0^* -ra változtatjuk, a többi argumentumot változatlanul hagyjuk.
Megjegyezzük, hogy exponenciális eloszlásból megfelelő számú „kisorsolt” érték összegeként generáltunk gamma eloszlásból értékeket.
4. Hasonlóan járunk el az aktuális λ_1 , p_{00} és p_{10} értékkel szemben is.
Megjegyezzük, hogy p_{00} esetén $l_{00} + l_{01} + 3$ darab értéket generáltunk egyenletes eloszlásból, majd az értékek rendezése után a program kiválasztotta az $l_{00} + 2$ -ediket. (A 3. és 4. lépést Gibbs-lépésnek nevezzük.)
5. A 2–4. pontban leírtakat megfelelően sokszor – néhány tízezerszer – megismételjük. Természetesen a lépésszám a programban beállítható.
6. A λ_0 és λ_1 , valamint a p_{00} és p_{10} becslése az algoritmus során használt értékek átlaga lesz. (Az első néhány ezer adatot (az iterációk mintegy tizedrészét) nem vesszük figyelembe.)
7. A Z_i ($i=1, 2, 3, \dots, N$) becslése az az állapot, melyben a rendszer az algoritmus során többször tartózkodott.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Az iterációs becslési eljárás elvégzéséhez programot dolgoztunk ki (7. ábra), amelynek alkalmazásával az alábbi eredményeket kaptuk.

5000 figyelembe nem vett iteráció után 100000 iterációt végeztünk (8. ábra). Az „összesített” becslés az első („Átlag”) sorban látható, a további sorok 100–100 iteráció során kapott átlagot mutatják (vagyis csupán 1200 iteráció eredményét tartalmazza az 1–12. sor, az első viszont 100000-ét). Az utolsó két oszlop azt jelzi, hogy az utolsó 2 évben az iterációk hány százalékában volt az egyes állapotban a rendszer.

Az iterációkat 100-asával csoportosítva λ_0 becslült értékeit a program minden futtatásnál ábrázolja (9. ábra). (Hasonló grafikon készíthető λ_1 értékeiről.)

Az átmenet-valószínűségek becslését is ábrázolja a program (10. ábra). (p_{10} esetén is hasonló grafikont kapunk.)

7. ábra

Az előrejelzést végző program

Figure 7: The prediction module

8. ábra

A szimulált paraméterek átlagai

Értékek						
	l0	l1	p00	p10	z103	z104
Átlag	4,357446886	9,882844204	0,747851043	0,307371721	66	45,66666666
1.	4,499083537	10,15187268	0,759383446	0,338632942	55	38
2.	4,415065812	9,912127269	0,766337362	0,293565960	62	45
3.	4,158191316	9,584532662	0,717832319	0,289916262	81	54

Figure 8: The mean of the simulated parameters

9. ábra

A λ_0 becslései az iterációkat százasaival csoportosítva

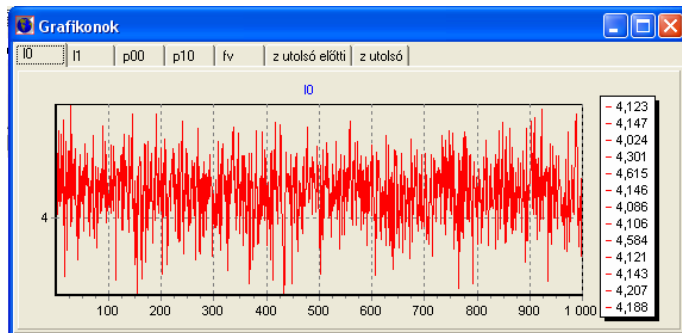


Figure 9: The estimated values for λ_0 , grouped by 100 iterations

10. ábra

A p_{00} becslései az iterációkat százasaival csoportosítva

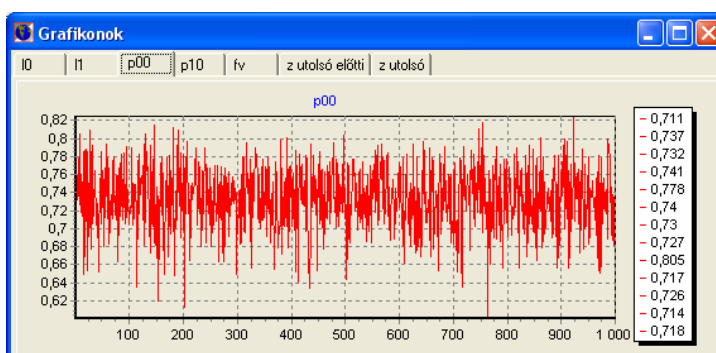


Figure 10: The estimated values for p_{00} , grouped by 100 iterations

Az MCMC módszer egyik előnye, hogy segítségével a következő évek történéseit is szimulálni tudjuk. A becslési iteráció minden (vagy például minden 100.) lépésénél a pont aktuális paraméterekkel a feladatnak megfelelő számú év eredményét sztochasztikusan generáljuk. A paraméterek becslése után állapotokat generáltunk 20 évre a megfelelő átmenet-valószínűségekkel, majd az állapothoz tartozó (szintén becsült) paraméterrel Poisson–eloszlásból adatokat generáltunk (11. ábra). (A program természetesen lehetővé teszi 20–nál több (vagy kevesebb) év vizsgálatát is.)

11. ábra

Előrejelzés

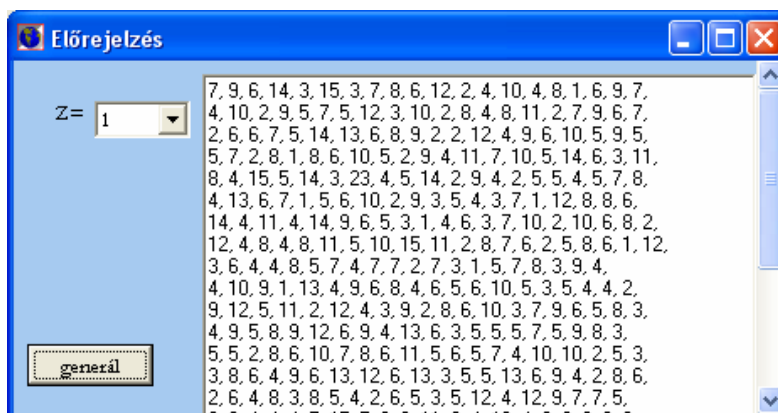


Figure 11: The forecast

1000 forgatókönyvet hoztunk létre, vagyis 1000–szer 20 év előrejelzését generáltuk le. 1000 előrejelzéshez jutottunk például a 2007–es évre vonatkozóan is (12. ábra).

12. ábra

A 2007-es évre generált adatok gyakorisága 1000 forgatókönyv esetén

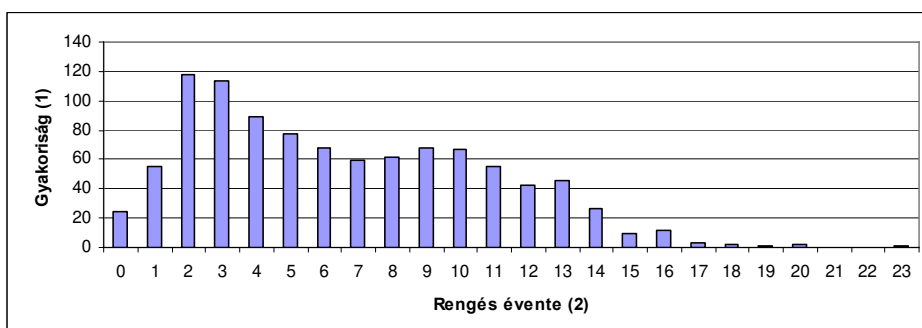


Figure 12: The frequency of the generated data in case of 1000 scenarios

Frequency(1), The number of the annual shocks(2)

ÖSSZEFOGLALÁS

Az egy év alatt Magyarországon bekövetkező éves földrengésszámot vizsgáltuk.

Adataink közül programunkkal kiszűrtük az utó rengéseket. Kiderült, hogy Poisson-, negatív binomiális és binomiális eloszlás nem illeszkedik adatainkra. A keverék Poisson-eloszlás paraméterbecslését, majd az illeszkedésvizsgálatot végeztük el, az R-programot használva. Ezt követően az adatok egymástól való függését feltételező modellt, a rejtett Markov modellt (Hidden Markov Model) vizsgáltuk. Bayes-i megközelítéssel dolgoztunk, MCMC módszert alkalmaztunk kétállapotú rendszerben. A paraméterek becslése több ezer (esetleg százezer) csere után történik meg, amelyet programunk végez el. Megadtuk a paraméterbecsléseket és több lehetséges forgatókönyvet a következő évekre.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondunk Arató Miklósnak a dolgozat írásának minden stádiumában nyújtott odaadó segítségéért és javaslataiért.

IRODALOM

- Arató M. (1997). Általános Biztosításmatematika. ELTE Eötvös Kiadó : Budapest. 19-28.
- Dargahi-Noubary, G.R. (2002). The use of modern statistical theories in assessment of earthquake hazard, with application to quiet regions of eastern North America. Soil Dynamics and Earthquake Engineering. 22. 361-369.
- Omori, T. (1894). On the aftershocks of earthquakes Journal of the College of Science of the Imperial University of Tokyo, 111-200.
- Kagan, Y.Y., Jackson, D.D. (2000). Probabilistic earthquake forecasting, Geophys.J.Int., 143. 438-453.

- Munich Re Group (2004). World of Natural Hazards, CD
- Rydén, T. (2004). „Hidden Markov models” in Encyclopedia of Actuarial Science, 2. J. Teugels, B. Sundt, eds.: Wiley, 821–827.
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T. (1997). Hungarian Earthquake Bulletin, 1996. GeoRisk : Budapest
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T. (1998). Hungarian Earthquake Bulletin, 1997. GeoRisk : Budapest
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T. (1999). Hungarian Earthquake Bulletin, 1998. GeoRisk : Budapest
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T. (2000). Hungarian Earthquake Bulletin, 1999. GeoRisk : Budapest
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T., Kiszely, M., Koszttyu, Z. (2001). Hungarian Earthquake Bulletin, 2000. GeoRisk : Budapest
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T., Kiszely, M., (2002). Hungarian Earthquake Bulletin 2001. GeoRisk : Budapest
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T., Kiszely, M., Czifra, T. (2003). Hungarian Earthquake Bulletin 2002., Georisk : Budapest
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T., Kiszely, M., Czifra, T. (2004). Hungarian Earthquake Bulletin 2003., Georisk : Budapest
- Tóth, L., Mónus, P., Zsíros, T., Kiszely, M. (2002). Seismicity in the Pannonian Region – earthquake data, EGU Stephan Mueller Special Publication Series 3. 9–28.
- Zsíros, T., Mónus, P., Tóth, L. (1988). Hungarian earthquake catalog MTA GGKI : Budapest 456-1986.
- Zsíros T. (2000). A Kárpát medence szeizmicitása és földrengés veszélyessége: Magyar földrengés katalógus MTA GGKI : Budapest, 456-1995.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Kovács Előd

Pannon Egyetem, Matematikai és Számítástechnikai Tanszék,
8200, Veszprém, Egyetem u. 10.

*Pannon University, Department of Mathematics and Computing
H-8200, Veszprém, Egyetem u. 10.*

Tel.: 36-88-624-234

e-mail: kovacse@almos.uni-pannon.hu



Kutatói feladat adatgyűjtésének internetes támogatása

Orova L.-né

SZIE GK Informatika Tanszék, 2100 Gödöllő, Páter K. u 1.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatói munka fontos része minden szakterületen az adatgyűjtés. Műszaki kutatásoknál a műszereken mért értékeket a további hibaforrás elkerülése és az emberi adatrögzítés kiküszöbölése érdekében rögtön digitálisan tárolják további feldolgozás céljából. Más szakterületeken, mint pl. a marketing piackutatás, az adatgyűjtést mérőeszközök nem segítik, a személyes vélemények gyűjtésére az Internet széleskörű elterjedése biztosít új lehetőséget. Kutatási munkám a hazai új termékek elterjedésének vizsgálata, mely a piac szereplőinek megszólítása nélkül elképzelhetetlen. Az adatgyűjtés megkönnyítése érdekében e-mailes és WEB alapú kérdőíves megkérdezéseket folytattam. E munkám célja ezen adatgyűjtési módok tapasztalatainak bemutatása és összehasonlítása a nemzetközi szakirodalom eredményivel. Az e-mailes kérdőív gyorsan nyújtott pontos adatokat. Az elágazásokat tartalmazó WEB-es adatgyűjtés megkönnyítette a válaszadást és az adatrögzítést, valamint lehetővé tette a kitöltési folyamat vizsgálatát. A kíváncsiak, ill. a valamilyen szinten válaszoló kilépők aránya eltérést mutat Bosnyak tapasztalatától. Elsősorban városlakók töltötték ki a kérdőíveket és a gondosságra a valamilyen szintű személyes kapcsolat előnyösnek bizonyult.

(Kulcsszavak: adatgyűjtés, kérdőív, Internet, WEB-programozás)

ABSTARCT

Deterministic and Stochastic Models of New Product Adoption

L.-né Orova

Szent István University FME Department of Informatics, H-2100 Gödöllő, Páter K. u 1.

Data collection is an important part of the research in all disciplines. In technical research measurements data coming from testing equipments are stored digitally to avoid additional errors coming from data recording and reduce data entering resources. In other disciplines like marketing research data collection is not supported by instruments. New tools are provided for collection of personal opinion by the widely spreading Internet. My research is the investigation of new product diffusion process in Hungary. It is inconceivable without asking the opinion of the market players. To facilitate the data collecting procedure, I have made e-mail and Web-based questionnaire surveys. The aim of this work is presenting the experiences in this methods and comparing the results with the international findings. The survey by e-mail presented quick and exact data. The Web-based questionnaire with its non linear structure has facilitated the filling in and the data recording. It made possible to follow up the filling in procedure as well. The rate of the lurker and answering drop-outs differs from previous results of Bosnyak. Citizens filled in the mayor part of the questionnaires and the personal contact proved is advantageous to the care of filling out.

(Keywords: data collection, questionnaire, Internet, WEB-programming)

BEVEZETÉS

A kutatási téma áttekintése

A piacon egyre növekvő mértékben jelenik meg az innováció. A gyártó cégeknek termelési stratégiájuk, a forgalmazóknak választékpolitikájuk kialakításában nagy segítséget nyújt, ha megalapozott módon becsülhetik meg, mekkora keresletre számíthatnak újdonságaik iránt, és ez időben hogyan alakul majd.

Új termék, szolgáltatás terjedését és a befolyásoló tényezőket széles körben vizsgálják évtizedek óta (Rogers, 2003). A tapasztalatok alapján egy új termék elterjedést kezdetben a vállalkozó szellemű, érdeklődő, képzett, jó anyagi háttérrel rendelkező vásárlók indítják el, például a hirdetések hatására, majd a megfontoltabb, biztonságra törekvő vásárlók tartják fenn, akik döntésükben nagymértékben támaszkodnak a korábbi vásárlók és környezetük tapasztalataira. A diffúziós folyamat e tulajdonságán alapul Bass (1969) matematikai modellje, melyet a gyakorlatban eredményesen alkalmaznak évtizedek óta és ezért a nemzetközi szakirodalom hivatkozási alapját képezi (Mahajan et al., 2000). A különböző országok piacának új termékekre vonatkozó érzékenységet a nemzetközi szakirodalom a Bass modell (1969) paramétereinek összehasonlításával végzi, mivel e modell könnyen alkalmazható, jól illeszkedik az alapadatokra, valamint alkalmas kevés kezdeti adat alapján eredményes előrejelzésre is.

Magyarországra vonatkozóan a tudományos irodalomban nemigen hozzáférhetőek a Bass-féle innovációs és imitációs paraméterek, ezért *szekunder és primer adatforrásokra alapozva* számításokat és összehasonlításokat végeztek. Szekunder adatforrásként KSH statisztikák és a Nemzeti Hírközlési Hatóság adatsorait használtam, a primer adatokat kérdőívek segítségével gyűjtöm, mivel az innováció terjedésének vizsgálatait eladási adatokon túl interjúk alapján végzik (Rogers, 2003).

Először 2005. júniusában készítettem felmérést új termék elterjedésével kapcsolatban. A pendrive elterjedését vizsgáltam fogyasztók (egyetemi hallgatók) véleményei alapján, papírra nyomtatott kérdőívek kitöltésével. A hagyományos, lineáris szerkezetű kérdőív kitöltése, mely mindössze A4-es oldal terjedelmű volt, véleményem szerint lassan ment, és sokan nem is vették figyelembe a válaszoktól függő kitöltési utasításokat. Az elektronikus adatrögzítés sok időt igényelt. A széles körben elterjedt és eredményesen alkalmazott hagyományos, papír alapú kérdőíves megkérdezés során észlelt nehézségeimet kívántam csökkenteni újabb megkérdezési technikák felkutatásával, mely az Internet nyújtotta lehetőségek megismeréséhez vezetett.

Internet-alapú véleménykutatás helyzete

A marketing piackutatásban különféle módszereket, eszközöket alkalmaznak közvélemény-kutatásra. A személyes interjú a legigényesebb módszer mind az időráfordítás, mind a humán erőforrás-igény terén. A ráfordítások csökkentése érdekében a személyes interjúkat igen elterjedten helyettesítik papír alapú kérdőívek használatával, melyeket vagy személyesen, vagy a posta szolgáltatásait igénybe véve juttatják el a célcsoportnak. A technika fejlődése, vívmányainak széleskörű elterjedése tette lehetővé először a telefon, majd az Internetes eszközök, mint pl. az e-mail, WEB alapú kérdőívek és online interjúk bevezetését.

A vásárlói megelégedettség felmérésére már ma is 51%-ban online kérdőíveket használnak kis cégek az USA-ban, s ez 3 éven belül várhatóan 64%-ra fog emelkedni. Jelenleg a tudományos kutatások 31%-a Internet alapú a piac tanulmányozásában, s növekedés várható. Fogyasztási szokások vizsgálatában ma a tudományos kutatások

21%-a használ online módszert, 3 év múlva várhatóan 39%-a, Cambria Consulting Inc. tanulmánya szerint (Terhanian, 2005).

A marketing közvélemény kutatásra fordított költségek világméretben a piackutatás összköltségének 41%-át teszik ki az ESOMAR (European Society for Opinion and Marketing Research) és a HARRISInteractív piackutató cég 2004-es becslése alapján. Az internetes kutatási költség Terhanian (2005) szerint 6%.

Az online tudományos közvélemény-kutatásra fordított összeg mind az Amerikai Egyesült Államokban, mind Európában várhatóan növekedni fog, a telefonos és a személyes interjúkra fordított költség pedig csökkenni a HARRISInteractív 2004-es becslései szerint (1 ábra).

1. ábra

A közvélemény-kutatás kutatása bevételei módszer és terület szerint

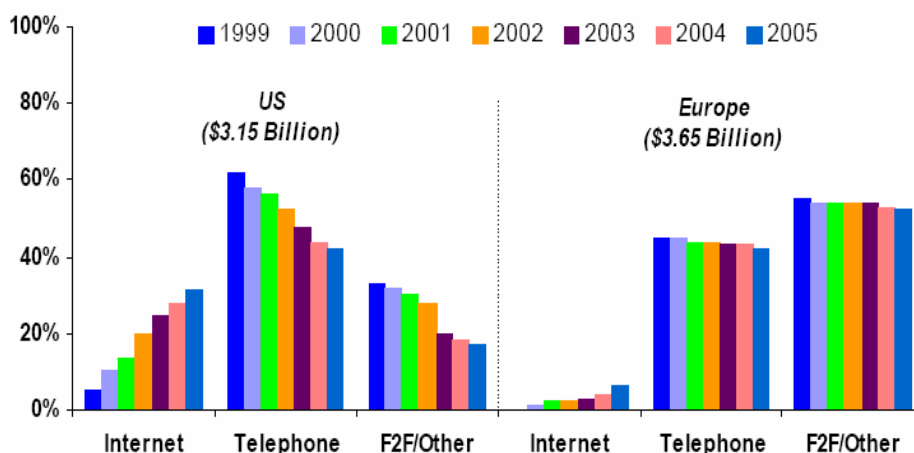


Figure 1: Survey Research Revenue by Mode and Market by HARRISInteractiv, 2004

Az Internetes véleménykutatás előnyei

Az online kérdőívek lehetővé teszik a kutatók számára, hogy *nagy mennyiségű adatot, gyorsan, a nap bármely szakában kis költséggel* gyűjtsenek. Harris (1997) tapasztalata szerint, a legbonyolultabb kérdőívek is visszaérkeznek 48-72 órán belül. Az adatokat egyből statisztikai programcsomagba, adatbázisba lehet importálni, növelve a feldolgozás sebességét és az analízis pontosságát, s csökkentve az adatbevitel humán költségeit. Nem merülnek fel telefon, nyomtatási és postázási, valamint utazási költségek. Nem jelentkeznek a helyszíni interjúnál felmerülő szervezési és bérleti költségek, valamint időráfordítások. Az elektronikus kérdőívek elkészítéséhez ingyenes szoftverek állnak rendelkezésre. Indirekt költségek adódhatnak át azonban a felmérésben résztvevőkre, pl. az Internet-kapcsolat díja, ami etikai kérdéseket vet fel.

Az *adatok pontosságát* is biztosítja az automatikus, ellenőrzött adatbevitel, mely rossz formában, valótlán értékben megadott adatokat nem fogad, s ezt jelzi a válaszoló felé is.

Lehetővé teszi a kutatók számára, hogy földrajzilag szétszórótt *kutatási alanyokat* is elérjenek az internacionális felmérésekhez. A gyakran nehezen megközelíthető

csoportokkal is felvehető a kapcsolat, pl. a fizikailag kevésbé mobil, mozgáskorlátozott emberekkel, vagy éppen a kórházban, szanatóriumban levőkkel, illetve a különleges betegség, családi szerkezet miatt szociálisan izoláltakkal, valamint a veszélyes helyen, pl. háborús övezetben élőkkel is.

Előnyt jelent, hogy az online kérdőív kitöltése *nincs időhöz kötve*, a válaszoló időbeosztását nem zavarja.

A *névtelenség* nagyon fontos lehet bizonyos témakörökben. A válaszadók szívesebben válaszolnak online kérdőívekben szociálisan kényes kérdésekre, mint hagyományos formában, mivel a kérdező személy kora, neme, etnikai hovatartozása, hajviselete, ruhája, akcentusa nem zavaró tényező.

A WEB alapú kérdőívek *jobb felületet* biztosítanak, mint a hagyományosak, a felhasználóbarát, vonzó megjelenés emeli a válaszadási hajlandóságot. A célnak megfelelően a kérdőív egyénre szabott is lehet, más-más kérdést intézve a különböző egyének felé. A kérdések véletlenszerűen rendezhetők és dinamikus interfész segítheti a kitöltést pop-up útmutatókkal és drop-down dobozokkal. Ugrási lehetőségek építhetők be a navigáció megkönnyítésére. A kérdőíveket dedikált weboldalra feltéve lehetőség nyílik a kutatási témával, a kutatásban résztvevő személyekkel és intézményekkel kapcsolatos részletesebb információ nyújtására is. Többnyelvű formában is megjeleníthetők az elektronikus kérdőívek

Az Internetes véleménykutatás hátrányai

Talán a legkérdésesebb és minden bizonnyal a legvitatottabb pontja az online kérdőíveknek a *mintából adódó hibák*. Nagy szociális és térbeli megosztottság van az Internet elérésben és használatban, ami mintavételi hibát okozhat minden online kutatásban. Kevésbé szerepelhetnek a felmérésekben az alacsonyabb jövedelműek, bizonyos etnikai csoport tagjai, idősebb emberek, vagy az alacsonyabb képzettségűek. Online és hagyományos kérdőívek kitöltése esetén nagy különbség adódott műszaki tartalmú kérdőíveknél. Mintavételből származó hibák a népesség demográfiai és egyéb ismerete alapján ellensúlyozhatók, pl. oly módon, ahogy *Terhanian* (2005) az Egyesült Királyságban a 2005-ös választási eredményeket előrejelezte.

A kutatónak nincs lehetősége a válaszadókat ellenőrizni, nem lehet észrevenni például, hogy egy gépnél több különböző válaszoló tölti-e ki a kérdőívet, vagy azt sem, hogy egy ember válaszol több gépen.

A hagyományos és az Internetes felmérések esetén is törekednek a kutatók, hogy minél kevesebb legyen a *nem válaszolók száma*. Az Internetet használók körében megnövekszik a nem válaszolásból adódó hiba, ha a válaszolni kívánók között jelentős a technikai különbség, pl. nincs megfelelő védelem a számítógépes vírusok ellen, s az ettől való félelem miatt nem kerül sor a kérdőív kitöltésére.

Gyakran nem fejezik be a kérdőívek kitöltését. A nyílt végű és a táblázatba rendezett kérdések megnövelik a *kérdőívből kilépők* számát. *Dillman* (1998) vizsgálatai alapján a szép, bonyolult ábrákat tartalmazó kérdőívek kitöltése gyakrabban félbeszakad, mint az egyszerű ábrákat tartalmazóké. Előnyösebb a gyakorlatban elterjedten használt technikák alkalmazása, a kezdő Web felhasználók miatt. Kevesebb kilépés történik ha a demográfiai, társadalmi kérdések és az e-mail cím a kérdőív elején van.

A WEB-es kérdőívnél a kitöltés folyamatát nyomon lehet követni, pl. cgi sript-ek, java applet-ek és log fájlok alkalmazásával. Az oldalanként letöltött kérdőív egy oldalára egy kérdést téve, s a kitöltést nem kényszerítve továbbhaladás előtt kísértéssel *Batinic és Bosnjak* (1997) a kilépéseket, s 7 válaszadási viselkedési mintát különböztettek meg (2. ábra).

2. ábra

A választ nem adás típusai a Web-es közvéleménykutatásban

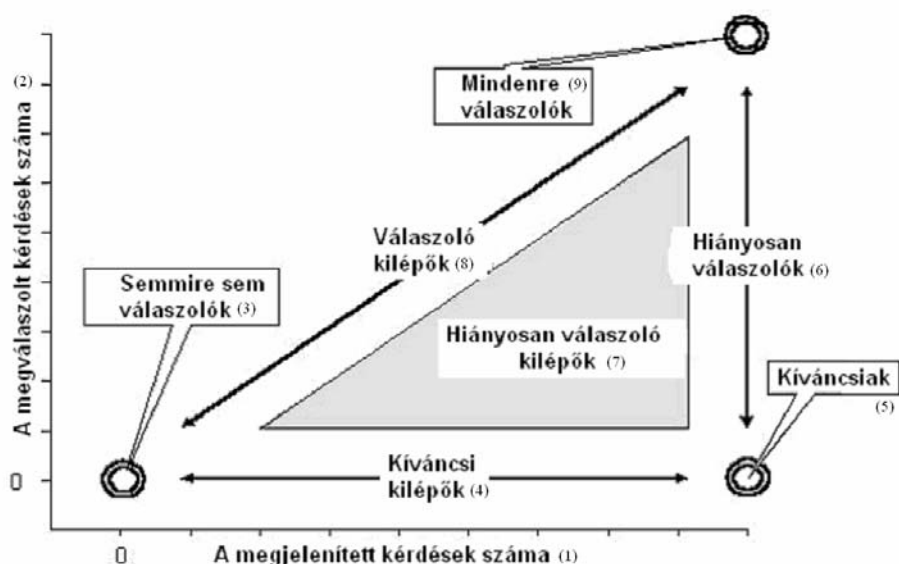


Figure 2: Non- Response Types in Web Surveys (Bosnjak et al., 2001)

Number of displayed questions(1), Number of questions answered(2), Nonresponders(3), Lurking drop-outs(4), Lurker(5), Item nonresponders(6), Item nonresponding drop-outs(7), Answering drop-outs(8), Complete responders(9)

A *mindenre válaszolók* látják és meg is válaszolják az összes kérdést (ebben a kutatásban a résztvevők 25,3%-a). A *semmire sem válaszolók* (10,2%) nem vesznek részt a kitöltésben, vagy azért, mert technikai akadály merül fel, vagy azért, mert szándékosan kilépnek a kérdőív nyitólapja megjelenésekor. A *kíváncsiak* (6,9%) látják az összes kérdést, de egyre sem válaszolnak. A kilépők néhány kérdés megtekintése után (*kíváncsi kilépők*, 13,3%), vagy a megtekintett néhány kérdés mindegyikének megválaszolása után (*válaszoló kilépők*, 4,3%), illetve a megtekintett néhány kérdés közül nem mindegyikre válaszolva (*hiányosan válaszoló kilépők* 4%) befejezik a kérdőív kitöltését. Az összes kérdést megtekintik, de ezek közül csak néhányra válaszolnak a *hiányosan válaszolók* (36%).

Az online kérdőívnek rövidebbeknek kell lenni a hagyományosnál, a válaszolási arány 10-15 kérdés után nagyon lecsökken, s fordítottan arányos a kérdőív hosszával (Harris, 1997).

Az online kérdőíveket általában könnyebben és gyorsabban lehet korszerűsíteni a kísérleti szakaszban, de a kérdőív elkészítése egy kissé bonyolult és a ráfordított idő csökkenti a fent említett időmegtakarításokat. A nagy mennyiségű adat nem biztosítja az adatok jóságát:

Különböző kérdőívek összehasonlítása

Smee és Brennan (2000) felmérése 41 ausztráliai és new-zélandi akadémiai intézet nyilvános oktatói e-mail listát alapul véve készült, melyben a postai, e-mail-es és WEB alapú (egy oldalas *WEB1*, több oldalas folyamatos *WEB2* és ellenőrzött adatbevitelű elágazó *WEB3*) kérdőíves felméréseket hasonlították össze a válaszolási arány, a válaszolási gyorsaság és az adatok minősége alapján összesen 1249-es válaszadói mintán (1. táblázat).

1. táblázat

Különböző típusú kérdőívek összehasonlítása

	Levél (4)	e-mail	WEB 1 (5)	WEB 2 (6)	WEB 3 (7)
Válaszadási arány (1)	50,0%	12,7%	61%	46,6%	40,9%
Válaszadás gyorsasága (2)	9 nap	2 nap	2 nap	3 nap	5 nap
Kitöltési hiba, hiányosság (3)	5,761	1,200	4,518	5,312	0

Table 1: Comparison of different questionnaires

Response rates(1), Response speed(2), Number of errors(3) Mail(4), A single, continuous page(5), Multiple page, adaptive branching(6), Multiple page, adaptive branching, data verification(7) (Smee and Brennan, 2000)

Az egyoldalas Web-es kérdőívre tapasztalták a legnagyobb válaszolási arányt, ugyanolyan gyors volt a válaszadás, mint e-mail esetén, de a kitöltési hibák száma majdnem a négyszerese az e-mail-nél tapasztaltaknál, elmarad azonban a levélben történő megkérdezéshez képest. Az ellenőrzött adatbevitelű kérdőív kitöltési aránya majdnem 50%, természetesen kitöltési hiba mentes, de viszonylag hosszú, 5 nap a válaszolási gyorsaság.

Telefonos és Web-es felméréseket hasonlított össze *Roster et al.* (2004), s azt találták, hogy a 25-50 évesek nagyobb arányban válaszoltak a WEB-es, mint a telefonos kérdőívre az Egyesült Államokban.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az Internet-technológián alapuló adatgyűjtés rohamos elterjedése következtében ezt a módszert alkalmaztam a kutatómunkám adatgyűjtésében:

- 2005. nov. 24-30. között: *Web alapú* kérdőívvel memóriás MP3 lejátszó elterjedését mértem fel egyetemi hallgatók körében.
- 2006. tavaszán: a bioboltok vezetőinek szétküldött *e-mail*-ekben feltett néhány kérdés alapján tájékoztam a biokenyér iránti keresletről.
- 2006. tavaszán: a biokenyér-fogyasztókat célzó *Web alapú* kérdőívem linkje volt elérhető több lap.hu oldalról. (pl.: bioelemiszer.lap.hu, természetgyogyasz.lap.hu, dieta.lap.hu, elhizas.lap.hu, konyha.lap.hu, etel.lap.hu, stb.)

A felmérési módszerek részletei

E-mail-es felmérés: Összesen 60 címre küldtem ki e-mailt a biokenyér forgalmazóknak 2006 tavaszán, melyben röviden ismertettem a kutatásom célját, és segítséget kértem az

adatgyűjtéshez, valamint felajánlottam, hogy szívesen küldök tájékoztatást az eredményekről, majd a levélben feltettem három egyszerű kérdést.

WEB alapú kérdőívek: az első, kísérleti jellegű, WEB alapú kérdőívemet nem tettem ki a Világhálóra, a SZIE Gépészmérnöki Kar, Informatika Tanszék belső hálózatán tudták a hallgatók a számítógépes laboratóriumokból elérni 2005. novemberében. A kérdőívbe a válaszoktól függő elágazásokat építettem be, ezzel felesleges kérdéseket nem kellett a kitöltőnek elolvasnia, értelmeznie. Hat kérdés volt maximum a demográfiai kérdéseken kívül, amire egy-egy hallgató válaszolhatott. A HTML űrlapok kitöltése mindössze néhány percet vett igénybe. Az adatokat további feldolgozás céljából szöveges állományba mentettem PHP alkalmazásával saját szerveren, így az adatrögzítés külön munkaráfordítást nem igényelt. A kérdőív első oldalán megjelenő néhány kép segítette a kitöltőt a téma azonosításában. (Korábban, a pendrive felmérésénél többször előfordult, hogy nem is tudták a hallgatók, milyen termékről is van szó.) Egy és több feleletválasztós kérdésfajtát alkalmaztam többnyire, kihasználva a HTML lehetőségeit a pontos adatok beviteléhez.

Nemcsak belső hálózatról, hanem az Internetről is elérhető volt 2006 tavaszán az a Web alapú kérdőívem, mely a *biokenyér terjedésének* felmérésére készült (3. ábra).

3. ábra

A WEB-es kérdőív honlapja

Kérdőív a kenyérfogyasztási szokásokról

Kérem segítse e névtelen kérdőív kitöltésével tudományos munkámat.

A kitöltés mindössze 5 percet vesz igénybe.

Köszönettel: [Orvós Lászlóné](#), Szent István Egyetem

<p>Ön szerint milyen sajátosságai vannak a biokenyérnek?</p> <p>Több válasz is adható.</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> barna kenyér </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> ökológizálkodásból származik a gabona </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> ellenőrzik és tanúsítják </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> nem használnak vegyszereket a gabona termesztésekor </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> HU-ÖKO-10 áruköddel jelzett </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> védjegyzett </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> teljes kiőrlésű gabonából származik </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> félbarna kenyér </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> élesztő nélkül készült </div> <div style="width: 50%;"> <input type="checkbox"/> HU-ÖKO-01 és HU-ÖKO-02 áruköddel jelzett </div> </div>
---	--

Shokott Ön BIO-kenyeret fogyasztani? ☐ IGEN ☐ NEM

[Tovább](#)

Figure 3: The homepage of the Web-based questionnaire

Az egyszerű, gyorsan letölthető, szöveget tartalmazó űrlapok szerkesztésénél az áttekinthetőségre törekedtem. A bonyolultabb adatellenőrzés kidolgozásának elkerülésére túlnyomó részt rádió-gombot, jelölőnégyzetet és legördülő menüt alkalmaztam. A válaszadó tehermentesítését elágazások biztosították. A kilépés követésére egy közbenső adatrögzítést is beépítettem, regisztrálva a dátumot és

időpontot is. A szerverem két különböző könyvtárba mutató linket hirdetem. Az egyik link csak a különböző lap.hu oldalakról vált ismertté (továbbiakban „A felmérés”), míg a bioelemiszer.lap.hu oldalon megjelenő linket ismerőseimnek is ajánlottam, pl. e-mailben (továbbiakban „B felmérés”).

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

E-mail- és felmérés tapasztalatai

A válaszadási hajlandóság az elküldött e-mailes kérdőívek arányában 16,67%, és minden válasz értékelhető volt. Az összegyűjtött e-mail címek 33,33%-a azonban már érvénytelen postafiókra vonatkozott. A létező e-mail címekre vetítve a válaszadási hajlandóság 25%-os volt, s válaszok fele az első két napon, 80%-a öt napon belül érkezett (4. ábra).

4. ábra

E-mailes kérőívre érkezett válaszok időbeli alakulása

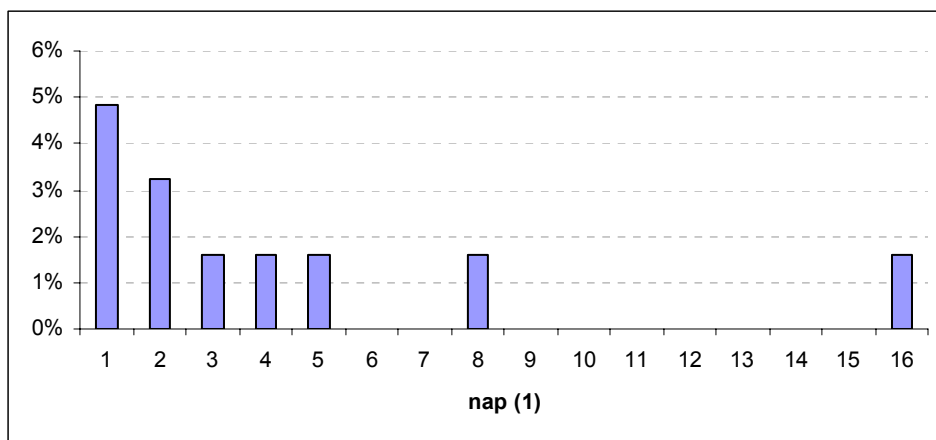


Figure 4: Answers to e-mails in days

Day(1)

WEB alapú kérdőívek tapasztalatai

Az MP3 lejátszóval kapcsolatos felmérésben összesen 232 hallgató adott választ. A kérdőív végén levő demográfiai válaszok közül csak kettőt nem töltöttek ki, különböző kérdőíven. Egy 8 választásos legördülő menüből a válaszadók 5,4% nem választott semmit, valószínűleg hiányzott egy opció („egyéb”, vagy „nem tudom”). Két összefüggő kérdésre (Le kívánja-e cserélni a kérdőívet, és mikor?) hiányosan válaszolt: 2,7%. A megkérdezettek 11%-a tett általános megjegyzést a kérdőív végén levő beviteli mezőbe. A biokenyeres kérdőívet összesen 505-en kezdték el kitölteni, s 324-en fejezték be, férfiak aránya 50,3%, a nők 41,4%, 8,3% nem adta meg ezt az adatot. A „B felmérés”-en keresztül érkezett a kitöltések 43,8%-a. Az „A felmérés”-ben résztvevők 74%-a városban, míg csak 11%, illetve 10% a lakik községben, falun (2. táblázat).

2. táblázat**Biokenyér kérdőívet kitöltők területi megoszlása**

Budapest (1)	31,2%
Megyeszékhely (2)	9,3%
Város (3)	33,6%
Község (4)	11,1%
Falu (5)	9,9%
Nincs adat (6)	4,9%
Összes (7)	100,0%

*Table 2: Domicile of organic bread survey answerers**Budapest(1), Big town(2), Town(3), Village(4), Small village(5), No data(6), Total(7)*

Az „A felmérés”-ben nagyrészt, 67,6%-ban nők válaszoltak, a férfi válaszolók aránya 19%, s 13,4% nem adott meg ez irányú adatot. Az átlagos életkor 31 év, a legfiatalabb 12, a legidősebb 65 éves volt. 56% középfokú, 23% felsőfokú végzettséggel rendelkezik. A kitöltők többsége szellemi foglalkozású és tanuló (3. táblázat).

3. táblázat**Foglalkozás szerinti megoszlás az "A felmérés"-ben**

Foglalkozás (1)	
Szellemi (2)	42%
Tanuló (3)	35%
Fizikai dolgozó (4)	6%
Munkanélküli (5)	4%
Nyugdíjas (6)	2%
Nincs adat (7)	11%

*Table 3: Distribution according to proffession in case „A”.**Profession(1), Intellectual(2), Student(3), Labourer(4), Jobless(5), Pensioner(6), No data(7)*

A válaszadás idejét nyomon követve tapasztalható, hogy a kezdeti bizonytalanságtól eltekintve (nem egyszerre kerültek fel a linkek a különböző oldalakra) egy napra átlagosan 5,23 kitöltés jut (a nagyon kiugró napot figyelmen kívül hagyva) (5. ábra).

A kérdőívek kitöltésének időbeli alakulását szemléltető ábra periódusos, ezért heti bontásban is vizsgáltam a kitöltési arány időbeli alakulását (6. ábra). Meglepő módon, hétvégeken átlagosan kevesebb kitöltés történt, vasárnap volt a legalacsonyabb, 10%, s szerdán a legmagasabb, 20% a válaszolási arány. Az adott oldalak látogatói bizonyára nagyrészt háziasszonyok.

Naponta három alkalommal ugrik meg a kitöltések száma, reggel 8 órakor, a dél körüli ebéddőben és éjfél körül (7. ábra).

5. ábra

A kitöltött biokenyér kérdőívek száma (2006. márc. 29. - máj. 18.)

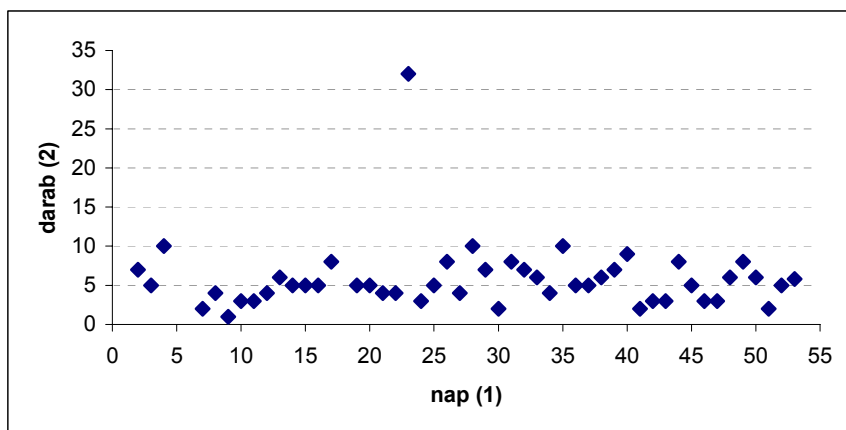


Figure 5: The number of organic bread survey answers (29th March - 18th May in 2006.)

Day(1), Pieces(2),

6. ábra

Biokenyér kérdőív kitöltésének heti alakulása

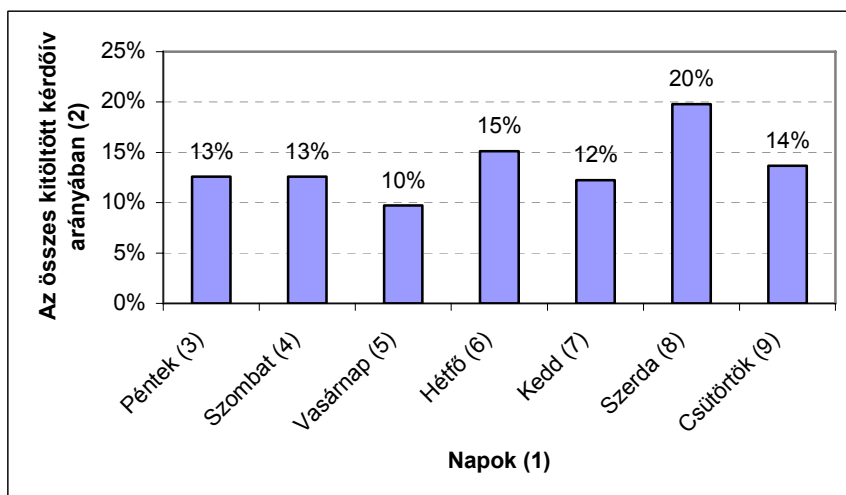


Figure 6: Filling in the organic bread questionnaire per week

Days(1), In the rate of the filled in questionnaires(2), Friday(3), Saturday(4), Sunday (5), Monday(6), Tuesday(7), Wednesday(8), Thursday(9)

7. ábra

Biokenyér kérdőív kitöltésének napi alakulása

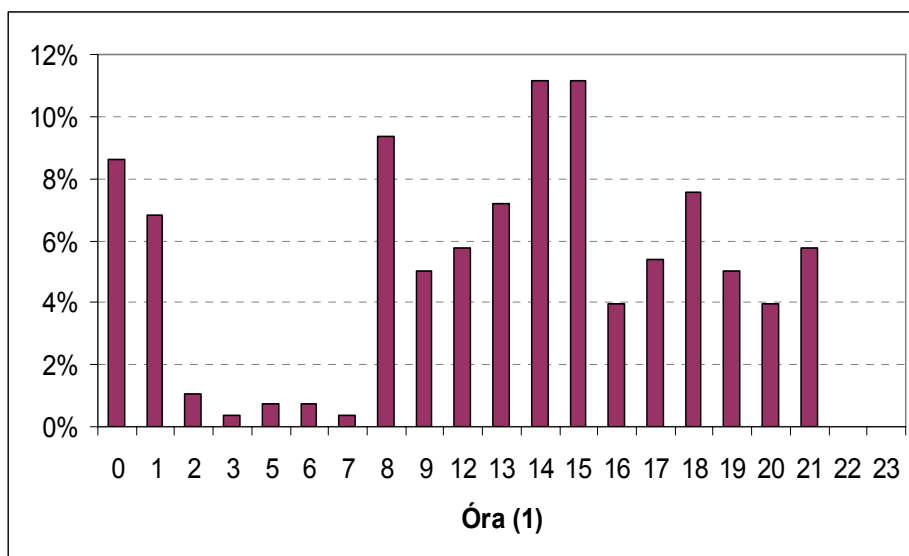


Figure 7: Filling organic bread surveys in a day

Hour(1)

A „B” felmérésben résztvevők, akiket valamilyen formában személyesen, e-mailben, vagy áttételesen megkerestem, lényegesen pontosabban töltötték ki az adatokat. Pl. többek között a nem és a lakhely megadásában az „A felmérés”-ben résztvevők 8,4%-a, míg a „B felmérés” szereplőinek csak 1,6%-a nem adott mag adatot.

A kérdőív kitöltési folyamatának elemzése érdekében a biotermékkel kapcsolatos általános kérdések után egy kilépési lehetőséget építettem be a kérdőívbe. Ezzel meghatározhatóvá vált, hogy a kérdőív első két kérdése, illetve az összes kérdés megtekintése után, hányan töltik ki a kérdőívet, ill. hányan nyitják csak meg az oldalt és nem válaszolnak egyetlen kérdésre sem. Az eredmények a *Batinic-Bosnják*-féle (2. ábra) diagramba helyezve a 8. ábrán láthatóak.

A kérdőív kitöltési folyamatának elemzése is azt mutatja, hogy a „B” felmérés során a kérdőívet nagyobb kitartással töltötték ki. Az egész kérdőívet az „A” felmérés esetén az oldalt megnyitók 49%-a „B” esetben 78% töltötte ki, s ennek megfelelően a kilépők aránya az utóbbi esetben alacsonyabb. A *Bosnják*-féle felmérés során a mindent kitöltők és a hiányosan válaszolók aránya összesen 61,3%, ehhez közeli érték az „A” és „B” felmérés átlageredménye (63,5%). A semmire sem válaszoló és kíváncsi kilépők aránya kissé alacsonyabb (19,5%), a kíváncsiak aránya pedig lényegesen alacsonyabb (1,1%), mint a *Batinic-Bosnják*-féle eredmények (10,2+13,3%, 6,9%). A válaszoló és hiányosan válaszoló kilépők átlagos aránya magasabb (15,5%) a referencia felmérés eredményénél (8,3%).

8. ábra

A kilépések vizsgálatának eredményei az „A” és a „B” felmérésre a Bosnják-féle diagramban

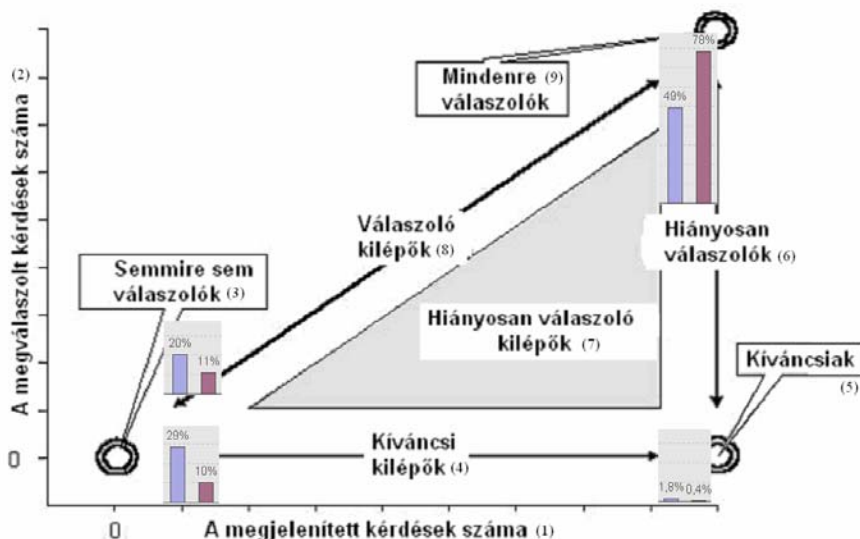


Figure 8. Results of the dropping-out investigation in cases „A” and „B” in the Batinic-Bosnjak diagram

See Figure 2.

KÖVETKEZTETÉSEK

A kevés kérdést tartalmazó e-mailes felmérés gyors (a válaszok fele az első két napon megérkezett), pontos (minden válasz értékelhető) adatokat eredményezett hasonlóan *Smee A., Brennan M. (2000)* tapasztalataihoz. A válaszok fele az első két napon érkezett. A válaszadási arányt nagymértékben csökkentette, hogy sok e-mail cím már nem létezett.

A belső hálózaton végzett Web-es felmérésnél a kérdőív kitöltése gyorsabb és az elágazások miatt egyértelműbb volt, mint a hagyományos kérdőíves megkérdezésnél. A kezdőoldalon megjelenő kép jól azonosította a kérdőív tárgyát. Az automatikus adatbevitel feleslegessé tette a manuálisat.

Az Internetes felmérésnél megfigyelhető, hogy az a csoport, mely a kérdőív készítőjével, ha áttételesen is, de valamilyen kapcsolatban volt, az adatokat pontosabban töltötte ki.

A kitöltés közbeni kilépések vizsgálata is azt mutatja, hogy a személyes kapcsolat előnyös a kitartásra. A Batinic-Bosnják-féle kilépési vizsgálatok eredményétől az „A” és a „B” felmérés átlageredményei lényegesen csak a kíváncsiak, ill. a valamilyen szinten válaszoló kilépők arányában különböznek.

Nyilvános oldalakon hirdetett linkek egy bizonyos Internet-használó kört céloztak meg. Biokenyeres felmérés esetén a háziasszonyokat, ami a kérdéskört tekintve jó

célcsoport. A teljes piacra vonatkozó mutatók - szükség szerint - a mintavételből származó hibák kiküszöbölésével, a népesség demográfiai és egyéb ismerete alapján közelíthetők, *Terhanian* (2005) módszerét követve.

A Web alapú kérdőívek használata magában foglalja az Internetezési szokások feltárását is, s ez a tény az online kérdőívek megalapozott használatához vezethet. A nemzetközi gyakorlatban az online adatgyűjtés az Internet terjedésével egyre nagyobb jelentőséget kap, ezért a megbízható adatgyűjtési módszerek kidolgozása aktuális.

IRODALOM

- Bass, F. (1969). A New Product Growth Model for Consumer Durables. *Management Science* 15. (January). 215-227.
- Bosnjak, M., Tuten, T.L. (2001). Classifying Response Behaviors in Web-based Surveys. *Journal of Computer-Mediated Communication* 6. 3.
- Dillman, D.A., Tortora, R.D., Conradt, J., Bowker D. (1998). Influence of plan vs. fancy design on response rates of Web surveys. Presented at Joint Statistical Meetings, Dallas, Texas. August 1998. Retrieved December 2., 2002. from <http://survey.sesrc.wsu.edu/dillman/papers/asa98ppr.pdf>
- Harris, C. (1997). Developing online market research methods and tools, Paper presented to ESOMAR Worldwide Internet seminar. Lisbon, July 1997.
- Mahajan, V., Muller, E., Wind, Y. (2000). *New Product Diffusion Models*. Springer
- Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of Innovations* Fourth Edition. The Free Press : New York, 45-48.
- Roster, C.A., Rogers, R.D., Albaum, G., Klein, D. (2004). A comparison of response characteristics from web and telephone surveys. *International Journal of Market Research* 46. 3. 359-373.
- Smee, A., Brennan M. (2000). *Electronic Surveys: A Comparison of E-mail, Web and Mail*. Australian and New Zealand Marketing Academy, Visionary Marketing for the 21st Century 1201-1204.
- Terhanian, G. (2005). The Future of Online Research. *Social Research Association and the ESRC Research Methods Programme*, 3. Nov. 2005. London

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Orova Lászlóné

Szent István Egyetem, GK, Informatika Tanszék

2100, Gödöllő, Páter K. u. 1.

Szent István University FME Department of Informatics

H-2100, Gödöllő, Páter K. u. 1.

Tel.: 36-28-522-051

e-mail: orova.laszlone@gek.szie.hu



Fuzzy Association Rule Mining for the Analysis of Historical Process Data

F.P. Pach¹, A. Gyenesei², S. Németh¹, P. Árva¹, J. Abonyi¹

¹ University of Veszprém, Department of Process Engineering, Veszprém, Hungary

² Department of Knowledge and Data Analysis, Unilever Research Vlaardingen, The Netherlands

ABSTRACT

Process data collected during the operation of complex production processes can be used for system identification, process monitoring and optimization. This work presents a new algorithm that is able to extract useful knowledge from data. The extracted information is given in the form of association rules. Association rule mining finds interesting association or correlation relationships among a large set of data items. The large itemsets can be related to the frequent events of a process, and this is useful for detect unknown relationships among the process variables, reduce the models of the system, estimate the product quality and build a classifier. The proposed method based on the Apriori algorithm, but the main idea is incorporate fuzziness (fuzzy logic increases the interpretability of the model and tolerance against measurement noise and uncertainty). The general applicability and efficiency of the developed tool are showed by an application study, one general example for the feature (input) selection problem and the analysis of a polymerization process data. Moreover the proposed classifier is used for three general used classification problems.

(Keywords: fuzzy logic, classification, association rules, knowledge discovery, polymerization)

ÖSSZEFOGLALÁS

Fuzzy asszociációs szabálybányászat hisztorikus folyamat adatok elemzésére

Pach¹ F.P., Gyenesei² A., Németh¹ S., Árva¹ P., Abonyi¹ J.

¹Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék, Veszprém

²Adatelemző Központ, Unilever Kutatóközpont Vlaardingen, Hollandia

A bonyolult gyártási folyamatok irányítása során keletkező folyamatadatok felhasználhatók rendszerazonosításra, folyamat monitorozásra és optimalizálásra. A cikk egy olyan új algoritmust mutat be, amelynek segítségével hasznos információkat nyerhetünk ki ezen folyamatadatokról. A bemutatott eljárás a feltárt információkat asszociációs szabály formájában jeleníti meg. Nagy adathalmazokban asszociációs szabálykereséssel érdekes összefüggéseket tárhatunk fel az egyes elemek között. A megtalált összefüggésekre, mint nagy elemhalmazokra hivatkozunk, amelyek gyakori események együttes előfordulásai lehetnek egy-egy folyamaton belül. Az általunk javasolt eljárás az APRIORI algoritmust használja alapul, azonban annak fuzzy módosítását alkalmazzuk (a fuzzy logika növeli a modell értelmezhetőségét, alkalmas zajos adatok és a bizonytalanság kezelésére), lehetővé téve a folyamatváltozók rejtett összefüggéseinek feltárását, segítségével megbecsülhető a termék minősége, továbbá osztályozási modelleket is generálhatunk. Az eljárás általános alkalmazhatóságát és

hatékonyságát egy tanulmánnyal szemléltetjük, ahol az első példa modell struktúra meghatározása egy polimerizációs reaktor esetében, majd az eljárás osztályozási teljesítményét vizsgáljuk három széles körben használt osztályozási problémán.
(Kulcsszavak: fuzzy logika, osztályozás, asszociációs szabályok, tudásfeltárás, polimerizáció)

INTRODUCTION

One of the most popular research tasks in data mining is the *discovery of frequent itemsets and association rules*. The problem originates in market basket analysis which aims at understanding the behavior of retail customers, or in other words, finding associations among the items purchased together *Agrawal* (1994). A famous example of an association rule in such a database is “diapers => beer”, i.e. young fathers being sent off to the store to buy diapers, reward themselves for their trouble. Because of the practical usefulness of association rule discovery, this approach can be applied in various research areas.

This paper presents two applications of this data mining tool:

- A. *Feature selection method* based on fuzzy association rule mining
- B. *Associative classification method* based on fuzzy rule base

Feature Selection Methods

Real-world data analysis, data mining and modeling problems typically involve a large number of potential variables. The number of these variables should be minimized, especially when the model is nonlinear and contains many parameters. Therefore, effective methods for feature selection (also called structure selection) are very important for any modelling exercise. This paper proposes a new data-driven method for the structure selection of nonlinear models that can be represented by the following model: $y=f(x)$, where $f(\cdot)$ is a nonlinear function and x represents the vector of the input variables of the model. For dynamical systems, the input-selection problem includes the choice of the model's order (number of lagged inputs and outputs used as regressors) and the number of pure time delays.

A large number of structure-selection methods, like correlation or principal component analysis have been introduced for linear models. Several information-theoretical criteria have been proposed for the structure selection of linear dynamic input-output models. Examples of the classical criteria include the final prediction error and the Akaike information criterion *Akaike* (1974). Subsequently, Schwartz and Rissanen later developed the minimum description length criterion, which was proven to produce consistent estimates of the structure of linear dynamic models *Liang* (1993). With these tools, determining the structure of linear systems is a rather straightforward task. However, these methods usually fail to discover the significant inputs in real-world data, which are almost always characterized by nonlinear dependencies. Relatively little research has been carried out on the structure selection for nonlinear models. In the paper of *Aguirre* (1995), it is argued whether a certain type of term in a nonlinear model is spurious. In *Aguirre* (1996), this approach is used for the structure selection of polynomial models, and an alternative solution is introduced by initially conducting a forward search through the many possible candidate model terms before performing an exhaustive all-subset model selection on the resulting model. A backward search approach based on orthogonal parameter estimation is also applied *Korenberg* (1988) and *Mendes* (2001).

Rule Based Classification

Database mining problems involving classification can be viewed within a common framework of rule discovery *Agrawal* (1993). Effective development of data mining techniques to discover knowledge from training samples for classification problems is evitable. Moreover, it is necessary to develop effective methods for classification problems in industrial engineering. A classification data set is normally in the form of a relational table, which is described by a set of distinct attributes (discrete and continuous). Each data record (or example) is also labelled with a class label. The *classification* is to build a model - based on training data set - called *classifier* to predict future data objects for which the class label is unknown. *Rule-based classification systems* have been widely used in real world applications because of the easy interpretability of rules. The left side of the rule is the antecedent part, that determines the condition and the right side of the rule, the consequence part is one class label. Therefore rules are in form: $X \rightarrow c_i$.

The *traditional rule-based classifiers* prefer small rule sets to large rule sets, but small classifiers are sensitive to the missing values in unseen test data. Many techniques (decision trees *Quinlan* (1992), rule learning *Clark* (1989), Naïve-Bayes classification *Duda* (1973), statistical approaches *Lim* (2000)) and systems (~ rule induction algorithms as C4.5 *Quinlan* (1992), *Clark* (1989), and RIPPER *Cohen* (1995)) have been developed. These techniques have largely focused on finding compact, representative subsets of rules that can be used for prediction.

On the other hand, studies propose approach within data mining have concentrated on using exhaustive search to find all high quality association rules that satisfy a set of constraints (typically based on support and confidence). Recently, these two approaches have been integrated in that a number of different research groups have developed tools for classification based on association rule discovery (*associative classification*). Clearly, both the computational complexity and the number of rules produced grow exponentially for association rule mining. Minimum support holds the key for the success of the model. Although the complete set of rules may not be directly used for classification, effective and efficient classifiers have been built using the rules. The most of these methods work in two main phases:

1. discovering all association rules,
2. organizing the resulted association rules in a classification model.

In CBA *Liu* (1998) (Classification Based on Associations) a set of high confidence rules is selected from classification association rules to form a classifier (this method is also used in msCBA). The selection of rules is based on a total order defined on the rules.

The msCBA *Liu* (2000) uses multiple class minimal support in rule generation (i.e., each class is assigned a different minimal support), rather than using only a single minimal support as in CBA.

CMAR *Li* (2001) (Classification based on Multiple class-Association Rules) method extends an efficient frequent pattern mining method, FP-growth, constructs class distribution-associated FP-tree, and mines large database efficiently. Moreover, it applies CR-tree structure to store and retrieve mined association rules efficiently, and prunes rules effectively based on confidence, correlation and database coverage.

CPAR *Yin* (2003) (Classification based on Predictive Association Rules) combines the advantages of both associative classification and traditional rule-based classification. Instead of generating a large number of candidate rules as in associative classification, CPAR adopts a greedy algorithm to generate rules directly from training data.

CAEP *Dong* (1999) (Classification by Aggregating Emerging Patterns) Emerging patterns (EPs) are item sets whose supports change significantly from one dataset to another; they were recently proposed to capture multi-attribute contrasts between data classes, or trends over time.

ADT *Wang* (2000) (Association based Decision Tree) combines the richness of association rules and the accuracy-driven pruning of decision tree induction. To give DT induction the full pruning power, all confident association rules are used without any support requirement.

LB *Meretakis* (1999) (Large Bayesian) Item sets provide local descriptions of the data. This work proposes to use item sets as basic means for classification purposes too. To enable this, the concept of class support sup of an item set is introduced, i.e., how many times an item set occurs when a specific class c is present.

CorClass *Zimmermann* (2004) (Correlated Association Rule Mining for Classification) first discovers all correlated association rules (adapting a technique by Morishita and Sese) and then applies the discovered rule sets to classify unseen data. The key advantage of CorClass, as compared to other techniques for associative classification, is that CorClass directly finds the associations rules for classification by employing a branch-and-bound algorithm.

The major strength of such systems is that they are able to use the most accurate rules for classification because their rule learners aim to find all rules. This explains their good performance in general.

The paper is organized as follows. *Section 1* shows the base of *fuzzy association rule mining* (counting the fuzzy support, mining frequent item set and generation of rules). *Section 2* illustrates how the fuzzy association rule mining algorithm can be used to determine the relationships of variables in a function, select the model structure of a linear and non-linear model, or select the most relevant features that apply to determine product quality in a production process. *Section 3* presents the associative classification method based on fuzzy rule base. In *Section 4* the rule pruning methods are detailed. General applicability and efficiency of the developed tool are showed by an application study in *Section 5*.

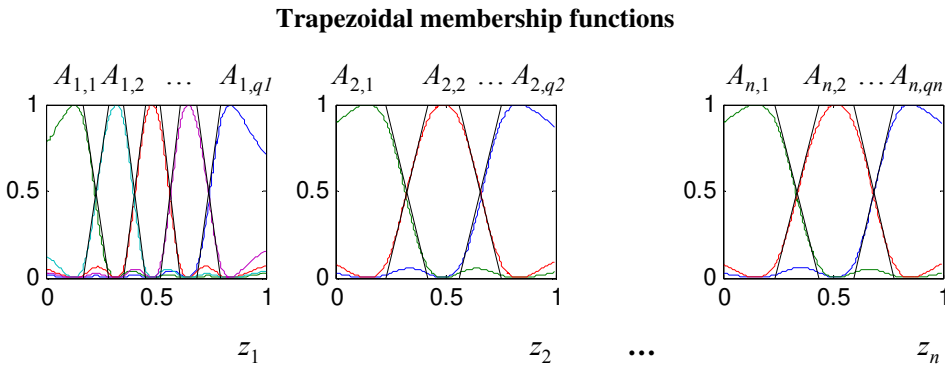
FUZZY ASSOCIATION RULE MINING

Generate a Fuzzy Dataset

The original data (D may include crisp values (continuous and discrete) for each attribute) available for the identification of the model is arranged into a matrix $\mathbf{D} = [\mathbf{X} \ \mathbf{Y}]_{N \times n+1}$, where $\mathbf{X} = [x_{i,k}]_{N \times n}$ is the input matrix (the i th input vector denoted by $\mathbf{x}_i = [x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,n}]^T$) where $i = 1, \dots, N$ and N represents the number of data samples and n represents the number of input variables. The output variable „matrix” $\mathbf{Y} = [y_i]_{N \times 1}$ is a column vector, because the searched rules have only one item in the consequent part. This data must be transformed into a fuzzy dataset to allow fuzzy association rule mining. Therefore, the first step of the algorithm generates a new fuzzy dataset from the original dataset by user specified fuzzy sets. Where crisp sets are being applied instead of fuzzy ones, this step could be considered a discretization of the numeric (quantitative) attributes of the original dataset. The discretization of the data into disjoint subsets (partitioning) for each variable is referred as binning, since the partitions (intervals) defined on the quantitative features can be considered as bins. Instead of quantizing the input data into hard subsets, fuzzy Gustafson-Kessel (GK) clustering *Gustafson* (1979) is used to partition all the candidate regressors into fuzzy subsets. As a result, for each

input z_j , the cluster centers v^j and the partition matrix $U^j \in [0,1]^{n_j \times N}$ are obtained, where elements of the partition matrix represents the membership of the $z_{j,k}$ data in the i th cluster ($k = 1, \dots, N$ and $i = 1, \dots, q_j$, where the number of clusters is q_j). The resulting clusters can be directly used to generate the fuzzy data, e.g. $A_{j,i}(x_{j,k}) = U^j_{k,i}$. Beside this nonparametric definition of the membership values it is advantageous to design parameterized membership functions to represent the $A_{j,i}(x_{j,k})$ fuzzy sets. For this purpose, trapezoidal membership functions can be used, see in *Figure 1*. Each trapezoid is represented by four parameters related to the shoulders and the legs of the trapezoid: $a_{j,i}$, $b_{j,i}$, $c_{j,i}$ and $d_{j,i}$. At the current implementation, the position of the shoulders is determined based on a threshold value where $U^j_{k,i} > 0.9$. The legs of the membership functions were defined to obtain a Ruspini type partition, as $\sum_{i=1}^{q_j} A_{j,i}(x_{j,k}) = 1, \forall j, k$, i.e. $a_{j,i} = c_{j,i-1}$ and $d_{j,i} = b_{j,i+1}$

Figure 1



1. ábra: Trapéz tagsági függvények

Definition 1: the i th input fuzzy data (for attributes z_1, z_2, \dots, z_n) is denoted by t_i :

$$t_i = [u_1, u_2, \dots, u_l, \dots, u_n, y_i], \quad (1)$$

where u_l includes the fuzzy membership values (between 0 and 1) of the i th input data x_i for all trapezoids membership functions: $A_{l,1}, \dots, A_{l,q_l}$ on the l^{th} attribute, and q_l denotes the number of trapezoids on the l th attribute.

$$U_l = [A_{l,1}(x_{i,l}), A_{l,2}(x_{i,l}), \dots, A_{l,q_l}(x_{i,l})], \quad (2)$$

and fuzzy models can be identified from such data by generating a fuzzy rule base with rules in the form of:

$$R_l: \text{If } x_1 \text{ is } A_{1,l} \text{ and } \dots \text{ and } x_n \text{ is } A_{n,l} \text{ then } y_l \text{ is } B_l, \quad (3)$$

where R_l denotes the l^{th} rule, $l=1, \dots, M$. The M denotes the number of the rules. $A_{1,l}, \dots, A_{n,l}$ are the antecedent fuzzy sets described by membership functions, and y_l is the output of l th rule, where B_l is value of a categorical variable or a class label in case of classification data set. In regard to our goal of generating fuzzy rule base, in this section we focus on the problem of mining fuzzy association rules. Such rules can be discovered in two steps: (1) *mining frequent itemsets*, and (2) *generating association rules* from the discovered set of frequent itemsets. For both steps we have to define the concept of fuzzy support, it is used as a criterion in deciding whether a fuzzy itemset

(association rule) is frequent or not, therefore we first introduce the basic definitions and notations that are needed in frequent itemset and association rule mining.

Counting the Fuzzy Support

Let $D_F = \{t_1, t_2, \dots, t_N\}$ be a transformed fuzzy dataset of N tuples (data points) with a set of variables $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_{n+1}\}$ (where the z_{n+1} is the output variable y) and let $C_{i,j}$ be an arbitrary fuzzy interval (fuzzy set) associated with attribute Z_i in Z . From this point, we use the notation $\langle Z_i : C_{i,j} \rangle$ for an *attribute-fuzzy interval pair*, or simply *fuzzy item*. An example could be $\langle \text{Age} : \text{Young} \rangle$. For *fuzzy itemsets*, we use expressions like $\langle Z : C \rangle$ to denote an ordered set $Z \subseteq Z$ of attributes and a corresponding set C of some fuzzy intervals, one per attribute, i.e. $\langle Z : C \rangle = [\langle Z_{i_1} : C_{i_1,j} \rangle \cup \langle Z_{i_2} : C_{i_2,j} \rangle \cup \dots \cup \langle Z_{i_q} : C_{i_q,j} \rangle]$, $q \leq n+1$. In the literature, the fuzzy support value has been defined in different ways. Some researchers suggest the minimum operator as in fuzzy intersection, others prefer the product operator (as examples, see [22, 23]). They can be defined formally as follows.

Definition 2: value $t_k(z_i)$ for attribute z_i , then *fuzzy support* of $\langle Z : C \rangle$ with respect to D is defined as

$$FS(Z : C) = \frac{\sum_{k=1}^N \min_{\langle z_i : c_{i,j} \rangle \in \langle Z : C \rangle} t_k(z_i)}{N} \quad (4)$$

or

$$FS(Z : C) = \frac{\sum_{k=1}^N \prod_{\langle z_i : c_{i,j} \rangle \in \langle Z : C \rangle} t_k(z_i)}{N} \quad (5)$$

We treat memberships as probabilities and therefore prefer the product form. A fuzzy support reflects how the record of the identification dataset support the itemset.

Definition 3: an itemset $\langle Z : C \rangle$ is called *frequent itemset* if its fuzzy support value is higher than or equal to a user-defined minimum support threshold σ .

The following example illustrates the calculation of the fuzzy support value. Let $\langle X : A \rangle = [\langle \text{Balance} : \text{medium} \rangle \cup \langle \text{Income} : \text{high} \rangle]$ be a fuzzy itemset, the dataset shown in Table 1. The fuzzy support of $\langle X : A \rangle$ is given by:

$$FS(X : A) = \frac{0.5 \cdot 0.4 + 0.8 \cdot 0.4 + 0.7 \cdot 0.7 + 0.9 \cdot 0.3 + 0.9 \cdot 0.6}{5} = 0.364 \quad (6)$$

Table 1

Example database containing membership values

$\langle \text{Balance} : \text{medium} \rangle$	$\langle \text{Credit} : \text{high} \rangle$	$\langle \text{Income} : \text{high} \rangle$
0.5	0.6	0.4
0.8	0.9	0.4
0.7	0.8	0.7
0.9	0.8	0.3
0.9	0.7	0.6

1. táblázat: Tagsági értékeket tartalmazó példa adatbázis

Mining Frequent Itemsets

As mentioned above, the first subproblem of discovering fuzzy association rules is to find all frequent itemsets. The best-known and one of the most commonly applied frequent pattern mining algorithms, *Apriori*, was developed by *Agrawal* (1994). The name is based on the fact that the algorithm uses prior knowledge of frequent itemsets already determined. It is an iterative, breadth-first search algorithm, based on generating stepwise longer *candidate* itemsets, and clever pruning of non-frequent itemsets. Pruning takes advantage of the so-called *apriori* (or *upward closure*) *property* of frequent itemsets: all subsets of a frequent itemset must also be frequent. Each candidate generation step is followed by a counting step where the supports of candidates are checked and non-frequent ones deleted. Generation and counting alternate, until at some step all generated candidates turn out to be non-frequent. A high-level pseudocode of the algorithm is given in the following:

Algorithm *Mining Frequent Fuzzy Itemsets* (minimum support σ , dataset D)

```

k = 1
( $C_k, D_F$ ) = Transform( $D$ )
 $F_k$  = Count( $C_k, D_F, \sigma$ )
while  $|C_k| \neq 0$  do
  inc( $k$ )
   $C_k$  = Generate( $F_{k-1}$ )
   $C_k$  = Prune( $C_k$ )
   $F_k$  = Count( $C_k, D_F, \sigma$ )
   $F = F \cup F_k$ 
end
    
```

The subroutines are outlined as follows:

- *Transform*(D): Generates a fuzzy database D_F from the original dataset D (denoted by Step 1 in the following sections). At the same time the complete set of candidate items C_1 is found.
- *Count*(C_k, D_F, σ): In this subroutine the fuzzy database is scanned and the fuzzy support of candidates in C_k is counted. If this support is not less than minimum support σ for a given itemset, we put it into the set of frequent itemsets F_k .
- *Generate*(F_{k-1}): Generates candidate itemsets C_k from frequent itemsets F_{k-1} , discovered in the previous iteration $k-1$. For example, if $F_1 = \{\langle \text{Balance:high} \rangle, \langle \text{Income:high} \rangle\}$ then $C_2 = \{\langle \text{Balance:high} \rangle \cup \langle \text{Income:high} \rangle\}$.
- *Prune*(C_k): During the prune step, the itemset will be pruned if one of its subsets does not exist in the set of frequent itemsets F (denoted by Step 2 in the following sections).

Generate Fuzzy Association Rules

Since the rules are generated from the frequent itemsets, the generation of fuzzy association rules (denoted by Step 3 in the following sections) becomes relatively straightforward. More precisely, each frequent itemset $\langle Z:C \rangle$ is divided into a consequent $\langle Y:B \rangle$ and antecedent $\langle X:A \rangle$, where $X \subset Z$, $Y = Z - X$, $A \subset C$ and $B = C - A$.

Definition 4: a fuzzy association rule can be represented in the form of

$$\text{If } X \text{ is } A \text{ then } Y \text{ is } B \quad (7)$$

or in more compact form of

$$\langle X:A \rangle \Rightarrow \langle Y:B \rangle \quad (8)$$

Definition 5: *confidence* of a fuzzy association rule $\langle X:A \rangle \Rightarrow \langle Y:B \rangle$ is defined as

$$FC(X:A \Rightarrow Y:B) = \frac{FS(\langle X:A \rangle \Rightarrow \langle Y:B \rangle)}{FS(X:A)} \quad (9)$$

which can be understood as the conditional probability of $\langle Y:B \rangle$, namely $P(\langle Y:B \rangle | \langle X:A \rangle)$.

Definition 6: an association rule is *strong rule* if its support and confidence exceeds a given minimum support (σ) and minimum confidence threshold (γ). Since the rules are generated from frequent itemsets, they satisfy the minimum support automatically.

Using our sample database (Table 1), the fuzzy confidence value of the rule “If Balance is medium and Income is high then Credit is high” is calculated as

$$FC(X:A \Rightarrow Y:B) = \frac{0.278}{0.364} = 0.766 \quad (10)$$

Association rules mined using the above support-confidence framework are useful for many applications. However, a rule might be identified as interesting when, in fact, the occurrence $\langle X:A \rangle$ does not imply the occurrence of $\langle Y:B \rangle$. The occurrence of an itemset $\langle X:A \rangle$ is independent of the itemset $\langle Y:B \rangle$ if $FS(Z:C) = FS(X:A) \times FS(Y:B)$, otherwise itemsets $\langle X:A \rangle$ and $\langle Y:B \rangle$ are dependent and correlated as events. The correlation between the occurrence of $\langle X:A \rangle$ and $\langle Y:B \rangle$ can be measured by computing the interestingness of a given rule:

$$Fcorr(\langle X:A \rangle, \langle Y:B \rangle) = \frac{FS(Z:C)}{FS(X:A) \cdot FS(Y:B)} \quad (11)$$

If the resulting value of (11) is less than 1, then the occurrence of $\langle X:A \rangle$ is negatively correlated with the occurrence of $\langle Y:B \rangle$. If the resulting value is greater than 1, then $\langle X:A \rangle$ and $\langle Y:B \rangle$ are positively correlated, meaning the occurrence of one implies the other. If the resulting value is near to 1 then $\langle X:A \rangle$ and $\langle Y:B \rangle$ are independent and there is no correlation between them.

MODEL STRUCTURE SELECTION

This section illustrates how the previously presented fuzzy association mining algorithm can be used to select the most relevant features of a data-driven model. The proposed method - MOSSFARM (Model Structure Selection by Fuzzy Association Rule Mining) - consists of the following steps:

- Step 1:* Transform crisp dataset into fuzzy
- Step 2:* Mine frequent itemsets
- Step 3:* Generate fuzzy association rules

- Step A/4:* Aggregate the rules for the selection of the input variables
- Step A/5:* Determine the output by the rule base

Since in the previous section all of the functions needed to mine general fuzzy association rules were considered (*Step 1-3*), this section will focus on the remaining steps (*Step A/4* and *Step A/5*) that are needed to solve the studied feature selection problem.

Selection of the Relevant Input Variables

In some cases, not only is the generation of interesting fuzzy (association) rules, such as **If** X is A **then** Y is B , important, but it is necessary to select the most important input variables (feature selection). For this purpose, it is useful to aggregate the support, the confidence, and the correlation of the individual rules. A given X set of the input variables represent a certain class of rules (and frequent itemsets). Hence, it is possible to aggregate the measures of these rules $X \in R$, where R represents the set of the interesting rules:

$$FS_X = \sum_{X \in R} FS(\langle X : A \rangle \cup \langle Y : B \rangle) \quad (12)$$

$$FC_X = \sum_{X \in R} FC(\langle X : A \rangle \Rightarrow \langle Y : B \rangle) \frac{FS(\langle X : A \rangle \cup \langle Y : B \rangle)}{\sum_{X \in R} FS(\langle X : A \rangle \cup \langle Y : B \rangle)} \quad (13)$$

$$Fcorr_X = \sum_{X \in R} Fcorr(\langle X : A \rangle, \langle Y : B \rangle) \frac{FS(\langle X : A \rangle \cup \langle Y : B \rangle)}{\sum_{X \in R} FS(\langle X : A \rangle \cup \langle Y : B \rangle)} \quad (14)$$

With the help of the models the different sets of the input variables can be ordered, and based on this information a decision can be made about the model-structure for the linear or non-linear models of a system.

RULE BASED CLASSIFICATION

Fuzzy Association Rule Based Classifier

After all fuzzy association rules are generated (see *Step 1-3* in previous section) a fuzzy association rule based classifier can be built from the resulted rule base and the trapezoidal membership functions (generated by the partition method, an example is depicted in *Figure 1*). The fuzzy rule base includes the rules in the form of Expression 3. In a classification dataset the values of the output variable are the class labels. Therefore consequent part of the j th rule includes only the class label, $B_j \in \{C_1, C_2, \dots, C_{q_y}\}$ where q_y are the number of classes.

Definition 7: A rule is said to fire when the conditions upon which it depends occur. Since these conditions are defined by fuzzy sets which have degrees of membership, a rule will have a *firing strength*, β_j . The firing strength is determined by the mechanism which is used to implement the *and* in the above expression 12, in this paper the product of the degrees of membership will be used:

$$\beta_j(x_k) = \prod_{\langle z_i : c_{i,j} \rangle \in \langle Z : C \rangle} t_k(z_i) \quad (15)$$

used in the rule R_j on the k^{th} input x_k . The class label is determined by the aggregating individual contributions based on the rule consequents (B):

$$w_k = \sum_B \beta_r(x_k), \quad r = 1, \dots, M, \quad (16)$$

where the w_k is a $(q_y \times 1)$ sized column vector, that includes the weights of classes. The class with the maximal weight will be the output of classifier model.

$$\hat{y}_k = \arg \max(w_k) \quad (17)$$

The main steps of the classification mechanism are the following:

Step 1-3. generate the rule base and the trapezoidal membership functions

for $i = 1, \dots, N$

Step B/4. calculate the t_k membership values for data input \mathbf{x}_k (Eq. 1)

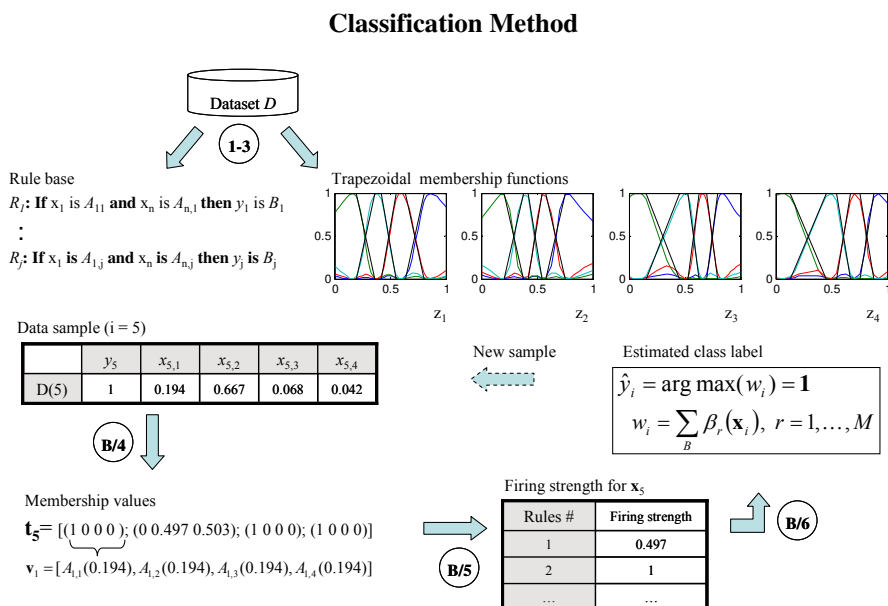
Step B/5. determine the firing strengths of all the rules (Eq. 15)

Step B/6. aggregate individual contributions and determine \hat{y}_k (Eq. 16-17)

end

In the previous sections Step 1-3 are discussed, the Step B/4 - B/6 are needed to solve a classification problem. The Figure 2 shows an example for a classification method.

Figure 2



2. ábra: Az osztályozás menete

RULE BASE PRUNING

Rule interesting measure and rule pruning

Association rule mining often results in a huge amount of rules. Attempts to reduce the size of the resulted rule base can be roughly divided to two categories Goethals (2005).

- (1) In *subjective approach*, the user is offered some tools to specify which rules are potentially interesting and which are not, such as templates Klemettinen (1994) and constraints Goethals (2000) and Ng (1998).
- (2) In *objective approach*, user-independent quality measures are applied on association rules. While interestingness is user-dependent to a large extent, objective measures are needed to reduce the redundancy inherent in a collection of rules. The objective approaches can be further categorized by whether they measure each rule independently of other rules (e.g., using support, confidence, or lift) or address rule redundancy in the presence of other rules (e.g., being a rule with the most general

condition and the most specific consequent among those having certain support and confidence values). Obviously only approaches of the latter type can potentially address redundancy between rules.

In Jaroszewicz (2003) contributions in both directions are contained: first a new interestingness measure is given generalizing three important known measures: chi-squared, entropy gain and Gini gain, and second, a method of pruning association rules using the Maximum Entropy Principle is presented. In the method CBA Liu (1998) pruning is done using the pessimistic error based method in C4.5. It prunes a rule R as follows: if rule R 's pessimistic error rate is higher than the pessimistic error rate of rule R^- (obtained by deleting one condition from the conditions of R), then rule R is pruned. For the computation steps of method, see Quinlan (1992).

In this paper a confidence measure based pruning method is proposed, because it is easy to use remove the complex rules, and the pruned rule base is efficient used for the classification.

Rule Base Pruning Based on Confidence

The number of all rules in the rule base is M , but the rules can be diverse length (a *rule length* is the number of antecedent fuzzy sets) and fuzzy confidence values belong to all rules. The advantage of the application of the fuzzy confidence measure is served by the monotonic property: if given a rule of length i with an FC value in the rule base, and a rule of length $(i+1)$ contain added input variable, the FC value of the rule improves or it does not change. Based on this a rule base pruning algorithm has been developed that removes the unnecessarily complex rules. The rule pruning method can be formalized in the following:

The method starts with the comparing of the longest rules with the smaller. A large rule which contains the smaller rules are deleted from the rule base when the maximal FC value of the smaller rules is higher then the FC value of the large rule minus ε , the *correction factor* (initially is set to 2 percent). This rule pruning method gives smaller rules in the rule base. However the pruned rule base includes much less rules, the new classifier has about equal classification accuracy as with the use of unpruned rule base.

given the sets of several length rules: S_1, \dots, S_L
 $L = \max \text{length}(R_i), i = 1, \dots, M$
 J is an empty set

```

for  $i=L, \dots, 2$ 
  for all  $R \in S_i$ 
    for all  $R' \in R_{i-1}$ 
      if  $\text{size}(R \cap R') = i$ 
         $J = J \cup \text{index of } R'$ 
      end
    end
    if  $\max(\text{FC}(R_j)) > \text{FC}(R) - \varepsilon$ 
      delete  $R$  from the rule base
    end
  clear  $J$ 
end
end

```

The Figure 3 shows an example for this pruning method.

Figure 3

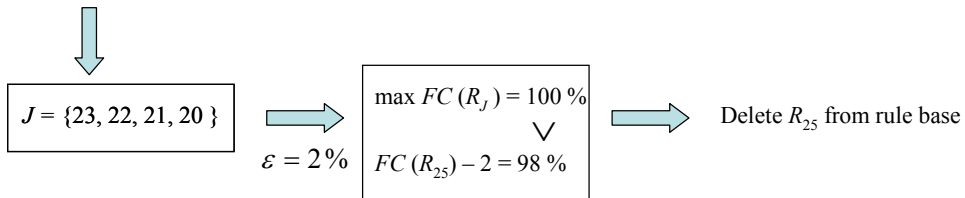
Example for Rule Pruning Method

Rule with confidence in S_4

R_{25} : If x_1 is A_{11} and x_2 is $A_{2,3}$ and x_3 is $A_{3,1}$ and x_4 is $A_{4,1}$ then y_{25} is c_I	100
---	-----

Rules with confidences in S_3

R_{24} : If x_1 is A_{12} and x_3 is $A_{3,2}$ and x_4 is $A_{4,2}$ then y_{24} is c_2	100
R_{23} : If x_2 is $A_{2,3}$ and x_3 is $A_{3,1}$ and x_4 is $A_{4,1}$ then y_{23} is c_I	100
R_{22} : If x_1 is A_{11} and x_2 is $A_{2,3}$ and x_4 is $A_{4,1}$ then y_{22} is c_I	100
R_{21} : If x_1 is A_{11} and x_2 is $A_{2,3}$ and x_3 is $A_{3,1}$ then y_{21} is c_I	100
R_{20} : If x_1 is A_{11} and x_3 is $A_{3,1}$ and x_4 is $A_{4,1}$ then y_{20} is c_I	99.54



3. ábra: Példa szabálytisztításra

The general applicability and efficiently of the developed tool are showed by an application study in the next Section. One general example for the feature (input) selection problem and the analysis of a polymerization process data. Moreover three general used classification problems show the applicability of the proposed classification method.

APPLICATION STUDY

Model structure selection problem

The first application example is originating from *Doyle* (1995), the aim is to generate the model order of a dynamical system based on the data generated by a simulation model of a continuous polymerization reactor. While the regression-tree induction method which applied to all of the 941 data points selected all of the eight variables x_1 through x_8 , i.e. $y_{k+1} = f(y_k, y_{k-1}, \dots, y_{k-4}, u_k, u_{k-1}, \dots, u_{k-4})$, the MOSSFARM selected only 2-3 length model structures. The first five structures are depicted in Table 1. As can be seen, the model was able to select the correct model structure $y_{k+1} = f(y_k, u_k, u_{k-1})$ *Rhodes* (1998) where the number of the clusters are set to three for all input variables, and five for the output one ($\sigma=1\%$ and $\gamma=75\%$).

Table 2

Selected model structure for a continuous polymerization reactor data

structure # (1)	selected variables (2)	FS (3)	FC (4)	Fcorr (4)
1	x_1, x_5, x_6	0.14	89	612
2	x_5, x_6, x_7	0.13	87	603
3	x_5, x_6	0.17	82	575
4	x_1, x_5, x_8	0.16	85	574
5	x_1, x_5	0.16	85	573

2. táblázat: Kiválasztott modell struktúrák a folytonos polimerizációs reaktor adatai alapján

Struktúra száma(1), Kiválasztott változók(2), Támogatottság(3), Bizonyosság(4), Korreláció(5)

Classification problems

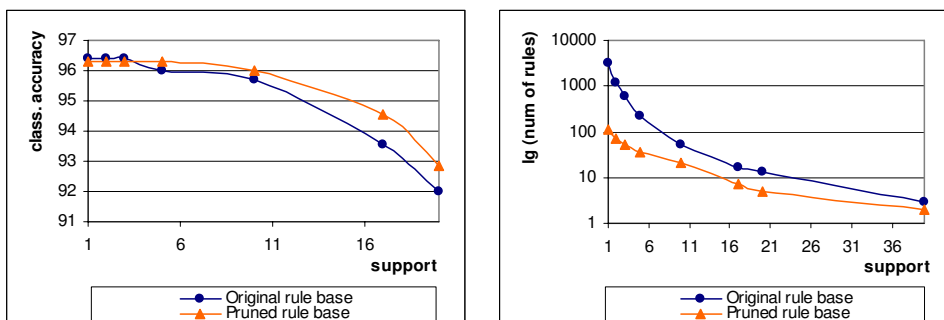
As it was presented the proposed method can be used not only for model structure or feature selection, it is also applicable for solving classification problems. The **Wisconsin**, **Iris** and **Wine** data sets are widely used classification problem for testing a new classification method.

The **Wisconsin Breast Cancer** data (WBCD) is available from the University of California, Irvine (UCI, URL: http://www.ics.uci.edu/_mlearn/), is a real classification problem.

The aim of the classification is to distinguish between benign and malignant cancers based on the available nine measurements: clump thickness, uniformity of cell size, uniformity of cell shape, marginal adhesion, single epithelial cell size, bare nuclei, bland chromatin, normal nuclei, and mitosis. The attributes have integer value in the range [1;10]. The original database contains 699 instances however 16 of these are omitted because these are incomplete, which is common with other studies. The class distribution is 65.5% benign and 34.5% malignant, respectively.

Figure 4

Results of WISCONSIN problem



4. ábra: Eredmények a Wisconsin probléma esetében

Table 3 shows the summary results of the classification where the confidence is 90 percent, and these results are depicted in Figure 4. While the value of the minimal support condition is high (~10-20%) the classification accuracy at the pruned rule base is higher than at the original rule base, but for low support the proposed method give better classification results at the original rule base. The disadvantage of the full rule base there are too many rules, e.g. accuracy is 96,42% but the number of rules is 594, if $\sigma=3$. The advantage of the pruned rule base is the „small” rule number with slightly less classification accuracy.

Table 3

Summary results of WISCONSIN problem

Support % (1)	Number of rules in original rule base (2)	Accuracy % (3)	Number of rules in pruned rule base (4)	Accuracy % (5)
20	13	91,99	5	92,85
17	17	93,56	7	94,56
10	52	95,70	21	95,99
5	219	95,99	37	96,28
3	594	96,42	54	96,28
2	1170	96,42	69	96,28
1	3185	96,42	109	96,28

3. táblázat: Eredmények összefoglalása a Wisconsin probléma esetében

Támogatottság(1), Szabályszám tisztítás előtt(2), Pontosság(3), Szabályszám tisztítás után(4), Pontosság(5)

The Wisconsin Breast Cancer data are widely used to test the effectiveness of classification and rule extraction algorithms. Nauck (1999) combined neuro-fuzzy techniques with interactive strategies for rule pruning to obtain a fuzzy classifier. An initial rule-base was made by applying two sets for each input, resulting in $2^9 = 512$ rules which was reduced to 135 by deleting the non-firing rules. A heuristic data-driven learning method was applied instead of gradient descent learning, which is not applicable for triangular membership functions. Semantic properties were taken into account by constraining the search space. The final fuzzy classifier could be reduced to two rules with five to six features only, with a 95.06% classification accuracy. Rule-generating methods that combine GA and fuzzy logic were also applied to this problem Pena-Reyes (2000). In this method the number of rules to be generated needs to be determined a priori. This method constructs a fuzzy model that has four membership functions and one rule with an additional else part. Setiono (2000) has generated similar compact classifier by a two-step rule extraction from a feedforward neural network trained on preprocessed data.

As Table 4 shows, our classifier generate more rules, but these rules are short, therefore MOSSFARM is a compact classifier with such high accuracy. It give 95.85% classification accuracy with the following parameters: the number of clusters (c) are three for all input variables, minimal support is 12 and minimal conditions is 90 percent. With the parameters, $c=3$, $\sigma=11\%$, $\gamma=97\%$ the accuracy will be higher: 96.42%.

Table 4

**Classification rates and model complexity for classifiers constructed
for the WISCONSIN problem**

	Method (1)	Num of rules (2)	Num of conditions (3)	Accuracy (4)
Setiono	NeuroRule 1e	1	4	97.36
Setiono	NeuroRule 1f	4	4	97.36
Setiono	NeuroRule 2a	3	11	98.10
Pena-Reyes & Sipper	Fuzzy-GA1	1	4	97.07
Pena-Reyes & Sipper	Fuzzy-GA2	3	16	97.36
Nauck and Kruse	NEFCLASS	2	10-12	95.06
This paper	MOSSFARM ($c=4, \sigma=12, \gamma=90$)	11	16	95.85
This paper	MOSSFARM ($c=3, \sigma=11, \gamma=97$)	8	14	96.42

4. táblázat: Osztályozási pontosság és model komplexitás a Wisconsin probléma esetében

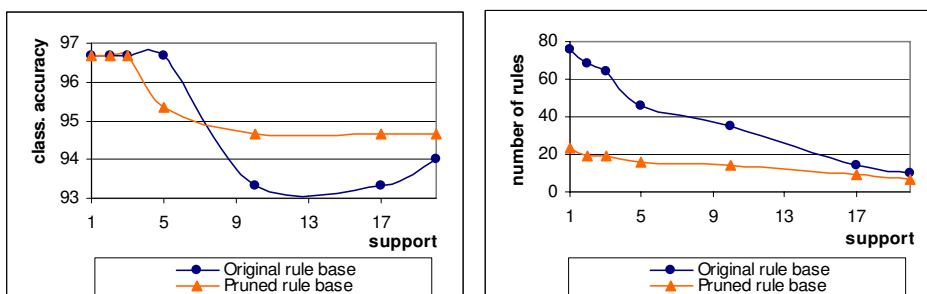
Támogatottság(1), Szabályszám(2), Pontosság(3)

The *Iris* dataset is available from UCI. It is perhaps the best known database to be found in the pattern recognition literature. One of the most frequently referred paper in the subject is is Fisher's. The data set contains 3 classes of 50 instances each, where each class refers to a type of iris plant. One class is linearly separable from the other 2; the latter are not linearly separable from each other. The results of our method are depicted in Figure 5.

While the value of support is low, the classification result is equal (Figure 6), but for high support values the classification results are higher at the pruned rule base where the number of rules are greatly smaller (with 66%). Therefore the method with rule pruning, gives high classification results by smaller rule base.

Figure 5

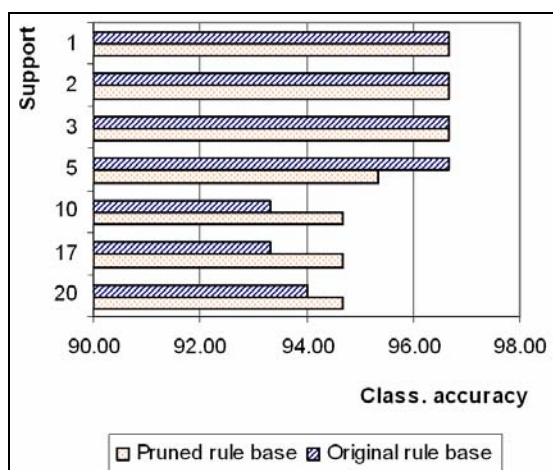
Results of *IRIS* class. problem



5. ábra: Eredmények az Iris probléma esetében

Figure 6

Comparison of results for the original and the pruned rule base at *IRIS* dataset



6. ábra: Eredmények az *Iris* problémánál az eredeti és a tisztított adatbázisok alkalmazásával

The **Wine** data contains chemical analysis of 178 wines grown in the same region in Italy but derived from three different cultivars. The data contains 59 instances from the first class, 71 from the second class, and 48 from the third class. The problem is to distinguish the three different types based on 13 continuous attributes derived from chemical analysis. As a pre-processing procedure, we normalized all attribute values into real numbers in the unit interval $[0, 1]$. Thus the wine data were transformed into a three-class pattern classification problem in the 13-dimensional unit cube $[0, 1]^{13}$. The results are showed in *Table 5*, where the number of clusters (*c*) and the minimal support condition are changed, but the confidence is always 90%.

Table 5

Classification rates and complexity at *WINE* dataset in function of clusters (partitions)

Support (1)	c = 3		c = 4		c = 5		c = 6		c = 7		c = 8	
	rules (2)	acc (3)	rules	acc	rules	acc	rules	acc	rules	acc	rules	acc
17	19	94.94	4	87.64	3	89.33	2	86.52	2	85.95	2	79.21
14	36	96.06	12	91.01	6	89.88	4	90.45	4	89.33	2	79.21
12	69	96.02	23	92.13	10	91.01	5	92.7	5	91.57	5	88.76
10	131	97.19	46	97.19	15	91.57	12	95.5	12	96.63	7	94.38
7	295	97.75	132	97.19	72	95.50	38	97.19	28	97.19	16	97.19

5. táblázat: Osztályozási pontosság és model komplexitás a particiószám függvényében a *Wine* probléma esetében

Támogatottság(1), Szabályszám(2), Pontosság(3)

With smaller support value higher classification accuracy is resulted, but the classifier is too large (there are many rules). If the number of clusters (partitions) for all input variable is higher, the classifier will be compact, and comparatively accurate, see e.g. if $c=7$, $\sigma=10\%$, $\gamma=90\%$, the bold values in the *Table 5*.

CONCLUSIONS

In this paper we showed a new model-free, fuzzy association rule based method for the selection of the important variables of a data-driven model. The results show that the developed tool provides an efficient method for determining the order and structure of models, moreover it can be the base of classifier building. The method was able to select the correct model structure on the data generated by a simulation model of a continuous polymerization reactor. The proposed approach is also used for classification problems: Wisconsin, Iris and Wine are widely used to test the effectiveness of classification and rule extraction algorithms. Our new method give high classification accuracy and acceptable classifier complexity. The proposed methods have been implemented as a MATLAB program, and will be free available from www.fmt.vein.hu/softcomp.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to acknowledge the support of the Cooperative Research Centre (VIKKK, project II-1A) and the Hungarian Research Found (OTKA, No. T037600, No. T049534).

REFERENCES

- Agrawal, R., Srikant R. (1994). Fast algorithm for mining association rules in large databases. In: Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases. 487–499.
- Agrawal, R., Imielinski T., Swami, A. (1993). Database mining: A performance perspective. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 5. 6. 914–925.
- Aguirre, L.A., Billings, S.A. (1995). Improved structure selection for nonlinear models based on term clustering. Int. J. Control, 62. 569–587.
- Aguirre, L.A., Mendes, E.M.A.M. (1996). Global nonlinear polynomial models: Structure, term clusters and fixed points. Int. J. Bifurcation Chaos, 6. 279–294. p.
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. IEEE Trans. Autom. Control, 19. 716–723.
- Clark, P., Niblett T. (1989). The CN2 induction algorithm. Machine Learning, 3. 261–283.
- Cohen, W. (1995). Fast effective rule induction. Proceedings of the 12th International Conference on Machine Learning, Tahoe City, CA, Morgan Kaufmann 115-123.
- Dong, G., Zhang, X. Wong, L., Li, J. (1999). CAEP: classification by aggregating emerging patterns. Second International Conference on Discovery Science.
- Doyle, F.J., Ogunnaike, B.A., Pearson, R.K. (1995). Nonlinear model-based control using second-order volterra models. Automatica, 31. 697–714.
- Duda, R., Hart, P. (1973). Pattern Classification and Scene Analysis. JohnWiley & Sons : New York
- Goethals, B., den Bussche, J.V. (2000). On supporting interactive association rule mining. Proceedings of the Second International Conference on Data Warehousing and Knowledge Discovery, Lecture Notes in Computer Science, Springer, 1874. 307-316.

- Goethals, B., Muhonen, J., Toivonen, H. (2005). Mining Non-Derivable Association Rules SIAM International Data Mining Conference, Newport Beach, California
- Gustafson, D.E., Kessel, W.C. (1979). Fuzzy clustering with fuzzy covariance matrix. In: Proceedings of the IEEE CDC, San Diego, 761–766.
- Hong, T.P., Kuo, C.S., Chi, S.C. (1999). Mining association rules from quantitative data. *Intelligent Data Analysis*, 3. 5. 363–376.
- Jaroszewicz, Sz. (2003). Information - theoretical and combinatorial methods in data mining. PhD Dissertation, University of Massachusetts, Boston
- Klemettinen, M., Mannila, H., Ronkainen, P., Toivonen, H., Verkamo, A.I. (1994). Finding interesting rules from large sets of discovered association rules. Third International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'94), Gaithersburg, MD, USA, ACM. 401-407.
- Korenberg, M., Billings, S.A., Liu, Y., McIlroy, P. (1988). Orthogonal parameter estimation algorithm for nonlinear stochastic systems. *Int. J. Control*, 48. 193–210.
- Kuok, C.M., Fu, A., Wong, M.H. (1998). Mining fuzzy association rules in databases. *ACM SIGMOD Record*, 27. 1. 41–46.
- Li, W., Han, J., Pei, J. (2001). CMAR: Accurate and efficient classification based on multiple class-association rules. In: Proceedings of the 2001 IEEE International Conference on Data Mining (eds.: Cercone, N., Lin, T.Y., Wu, X.), San Jose, California, USA, IEEE Computer Society 369-376.
- Liang, G., Wilkes, D., Cadzow, J. (1993). Arma model order estimation based on the eigenvalues of the covariance matrix. *IEEE Trans. Signal Process*, 41. 10. 3003-3009.
- Lim, T.S., Loh, W.Y., Shih, Y.S. (2000). A comparison of prediction accuracy, complexity, and training time of thirty-three old and new classification algorithms. *Machine Learning*, 40. 203-228.
- Liu, B., Hsu, W., Ma, Y. (1998). Integrating classification and association rule mining. *KDD'98*, New York
- Liu, B., Ma, Y., Wong C.K. (2000). Improving an Association Rule Based Classifier. *Principles of Data Mining and Knowledge Discovery*, 504-509.
- Mendes, E.M.A.M., Billings, S.A. (2001). An alternative solution to the model structure selection problem. *IEEE Trans. Syst. Man Cybernetics, Part A: Syst. Humans*, 31. 6. 597-608.
- Meretakakis, D., Wuthrich, B. (1999). Extending Naive Bayes Classifiers Using Long Itemsets. *Knowledge Discovery and Data Mining*, 165-174.
- Nauck, D., Kruse, R. (1999). Obtaining interpretable fuzzy classification rules from medical data. *Artif. Intell. Med.* 16. 149–169.
- Ng, R.T., Lakshmanan, L.V.S., Han, J., Pang, A. (1998). Exploratory mining and pruning optimizations of constrained association rules. Proceedings of the 1998 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, SIGMOD Record, 27. 2. 13–24.
- Pena-Reyes, C.A., Sipper, M. (2000). A fuzzy genetic approach to breast cancer diagnosis. *Artif. Intell. Med.* 17. 131–155.
- Quinlan, J.R. (1992). C4.5: program for machine learning. Morgan Kaufmann : San Mateo, CA.
- Rhodes, C., Morari, M. (1998). Determining the model order of nonlinear input/output systems. *AIChE Journal*, 44. 151–163.
- Setiono, R. (2000). Generating concise and accurate classification rules for breast cancer diagnosis. *Artif. Intell. Med.* 18. 205–219.

- Wang, K., Zhou, S., He, Y. (2000). Growing decision tree on support-less association rules. In: KDD'00, Boston, MA
- Yin, X., Han, J. (2003). CPAR: Classification based on predictive association rules. In: Proceedings of 2003 SIAM International Conference on Data Mining (SDM'03)
- Zimmermann, A., Raedt L.D. (2004) CorClass: Correlated Association Rule Mining for Classification. Discovery Science, 7th International Conference, Padova, Italy, 60-72.

Corresponding author (*Levelezési cím*):

János Abonyi

University of Pannonia, Department of Process Engineering

H-8201, Veszprém, P.O. Box 158

Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék

8201, Veszprém, Pf. 158.

Tel.: 36-88-624-447, Fax: 36-88-624-171

e-mail: abonyij@fmt.uni-pannon.hu



A partícionálás hatása fuzzy asszociatív osztályozók teljesítményére

Pach¹ F.P., Gyenesei² A., Németh¹ S., Árva¹ P., Abonyi¹ J.

¹Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék, Veszprém, 8200, Egyetem u. 10.

²Department of Knowledge and Data Analysis, Unilever Research Vlaardingen, The Netherlands

ÖSSZEFOGLALÁS

Az osztályozás az egyik legszélesebb körben használt adatbányászati technika. Egy osztályozási feladatnál az egyik legfontosabb tulajdonság az osztályozás pontossága, azonban sok alkalmazási területen rendkívül fontos szempont, hogy az osztályozási eredmény áttekinthető, egyszerűen értelmezhető legyen. A fuzzy szabály alapú osztályozó rendszerek a felhasználók számára könnyen értelmezhető „Ha...Akkor” típusú szabályok formájában tartalmazzák az osztályozáshoz feltárt összefüggéseket. A cikk egy fuzzy asszociációs szabály alapú osztályozási módszert javasol, illetve annak továbbfejlesztési lehetőségeit ismerteti. Mivel az osztályozási teljesítményt a numerikus attribútumok partícionálása jelentősen befolyásolhatja, ezért két eltérő jellegű adatsorra alkalmazva részletesen megvizsgáltunk fuzzy és éles partícionáló módszereket is. Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a fuzzy csoportosítási módszerek alkalmazásával nagyobb osztályozási teljesítmény érhető el.

(Kulcsszavak: fuzzy logika, asszociációs szabály, osztályozás, partícionálás, csoportosítás)

ABSTRACT

The effect of partitioning for the performance of fuzzy associative classifiers

F.P. Pach¹, A. Gyenesei², S. Németh¹, P. Árva¹, J. Abonyi¹

¹Pannon University, Department of Process Engineering, H-8200, Veszprém, Egyetem u. 10.

²Department of Knowledge and Data Analysis, Unilever Research Vlaardingen, The Netherlands

Classification is one of the most popular and extensively applied techniques in data mining. The efficiency of a classification model is evaluated by two parameters, namely the accuracy and interpretability of the model. This paper proposes a fuzzy association rule-based classifier methodology that meets both criteria. Using the fuzzy concept, the obtained model is easily understandable and interpretable for the users. Since the accuracy of a classification model can be largely affected by the partitioning of numerical attributes, this paper discusses several fuzzy and crisp partitioning techniques. The effect of partitioning methods is examined on different case studies. The results of analysis show that classifier methods with fuzzy clustering based partitioning serve higher classification performance.

(Keywords: fuzzy logic, association rule, classification, partitioning, clustering)

BEVEZETÉS

Egy osztályozási feladat adathalmaza olyan mintákat (rekordokat) tartalmaz, amelyek a bemeneti változókon felvett értékekből és egy osztálycímkeből állnak. Az osztályozási feladat lényege, hogy az adott probléma ismert (ún. tanító) adatmintáit felhasználva, egy olyan becslési

modellt identifkáljunk, amellyel az ismeretlen minták kimenetét (az osztálycímek) meghatározott pontossággal tudjuk megbecsülni a minták bemeneti változókon felvett értékeiből. Az osztályozásról részletesebben olvashatunk Abonyi könyvében *Abonyi* (2006).

Az utóbbi évtizedben *Agrawal* (1993) cikke nyomán a gyakori elemhalmazok és az általános „Ha...akkor” ($X \rightarrow Y$) formátumú asszociációs szabályok feltárására számos algoritmust fejlesztettek ki. A gyakori elemhalmazok kereséséről, illetve az asszociációs szabályok generálásáról részletesen olvashatunk Abonyi János könyvének 6. fejezetében, ahol a fejezet végén egy alapos irodalmi összefoglalást is elhelyeztünk *Abonyi* (2006).

A feltárt szabályok általános célú felhasználása mellett, az egyik fő kutatási irányt az asszociatív osztályozók képviselik: *Liu* (1998), *Dong* (1999), *Meretakis* (1999), *Liu* (2000), *Wang* (2000), *Li* (2001), *Yin* (2003), *Zimmermann* (2004).

Az asszociatív osztályozó modell az adott osztályozási probléma tanító adathalmazán feltárt asszociatív osztályozó szabályok egy halmazán alapul. Egy asszociatív osztályozó szabály a következő alakban írható fel: $X \rightarrow C_j$, ahol a szabály előzmény része (X) valamely attribútumokból és azok értékeiből, a következmény rész, pedig egy osztálycímekből (C_j) áll. Az osztályozó előállítására a legelterjedtebb megközelítés, hogy első lépésben valamely algoritmussal asszociatív osztályozó szabályokat tárnak fel, majd egy másik módszerrel kiválasztják az osztályozási célra leginkább megfelelő szabályokat. Mindkettő lépésnek nagy szerepe van a végleges osztályozási teljesítmény alakulásában.

Korábbi munkáinkban már bemutattunk egy olyan fuzzy asszociációs szabálykereső módszert, amellyel többek között kompakt, áttekinthető (szerkeszthető) és pontos osztályozó modelleket is identifkálhatunk *Pach* (2005), *Pach* (2006). A módszerhez kapcsolódó alapfogalmakat, főbb jelöléseket a függelékben helyeztük el. Módszerünk főbb lépései az 1. ábrán láthatóak.

1. ábra

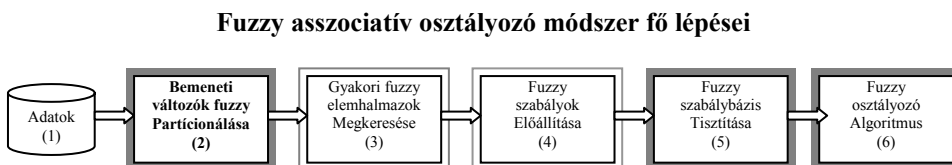


Figure 1. Main steps of the proposed fuzzy associative classification method

Data(1), Fuzzy partitioning of input variables (2), Searching of frequent fuzzy item sets(3), Generation of fuzzy rules(4), Cleaning of fuzzy rule base(5), Fuzzy classification algorithm(6)

A kifejlesztett módszer továbbfejlesztési lehetőségei (az 1. ábrán kiemelve) a következők:

1. megfelelő bemenet particionálási technika kiválasztása
2. hatékonyabb szabálybázis tisztító algoritmus létrehozása
3. pontosabb osztályozási eljárás kifejlesztése, alkalmazása.

Cikkünk fő célja az első fejlesztési lehetőség körüljárása, vagyis a szóba jöhető particionálási technikák bemutatása, illetve az osztályozási teljesítményre gyakorolt hatásuk vizsgálata. Az osztályozó modellek bemeneti változói, attribútumai folytonos, vagy diszkrét értékek lehetnek, a kimeneti attribútum (az osztály) viszont az adathalmaz valamely kategorikus változója (pl. testmagasság: alacsony, magas) lehet. Az asszociatív osztályozók többségénél a szabályok feltárásához valamilyen gyakori

elemhalmaz keresési módszert, például az Apriori algoritmust alkalmazzák *Agrawal* (1994). Tehát a folytonos attribútumokat tartalmazó adathalmazok esetében, az attribútum elemek (mint diszkrét értékek) meghatározására valamilyen particionálási módszerre van szükség. Alapvetően kétféle megközelítés lehetséges:

I. kategóriák előzetes, manuális beállítása (pl. alacsony, közepes, magas)

II. adatvezérelt, automatikus felosztás

Amíg bizonyos területeken megfelelő eredményt nyújthat valamely manuális módszer alkalmazása, sok esetben (például az attribútumok nagy száma, vagy éppen az előzetes ismeretek hiányában) nélkülözhetetlen egy adat vezérelt, automatikus felosztási technika alkalmazása. Alapvető követelmény, hogy a szóba jöhető technikák közül, az osztályozási teljesítményt legjobban növelő módszert válasszuk. Cél továbbá az is, hogy az adott módszer gyorsan és áttekinthető módon generálja le a particiókat.

Az alkalmazott felosztás, a particiók átfedése alapján *éles*, vagy *fuzzy* lehet. A legegyszerűbb éles technika az egyenlő intervallum felosztás (*equal interval width*), amelynél egy attribútumon a particiókat meghatározott számú, megegyező hosszúságú intervallumokkal definiáljuk. A módszer hátránya, hogy nem veszi figyelembe az adatok eloszlását, így gyakran eredményezhet ritka (kis mintával rendelkező) particiókat *Catlett* (1991). Az egyenlő gyakoriságú intervallumokra (*equal frequency intervals*) történő felosztás viszont már figyelembe veszi az adatok eloszlását is. Ennek megfelelően az intervallumok hossza eltérő, azaz k intervallum és m adatpont esetén, minden intervallumba m/k adatpont tartozik. E módszer már sokkal hatékonyabb felosztást eredményezhet, azonban fő hátránya, hogy egy osztályozási problémánál nem használja fel a rendelkezésre álló osztálycímke információt, tehát egy *nem felügyelt* particionáló technika. A *felügyelt* felosztási módszerek viszont a particiók meghatározásánál figyelembe veszik az osztálycímkek eloszlását is, így a meghatározott particiók magát az osztályozási problémát is tükrözik.

Számos felügyelt és nem felügyelt módszer létezik. A módszerek egyik lehetséges csoportosítását az *1. táblázatban* tüntettük fel *Dougherty* (1995). Az osztálycímke felhasználása mellett, a tanítás során az attribútumok figyelembe vétele alapján megkülönböztetünk globális, illetve lokális algoritmusokat. Amíg a lokális módszerek az adott probléma minden attribútumára külön-külön állapítják meg a particiókat, addig a globális algoritmusok a particiók meghatározásakor az összes attribútumot együttesen veszik figyelembe.

Mivel fő célunk egy olyan asszociatív osztályozási módszer kifejlesztése, amellyel áttekinthető, könnyen értelmezhető, ugyanakkor pontos osztályozó modelleket határozhatunk meg, az értelmezhetőség alapvető szempont kell, hogy legyen már a felosztási módszer kiválasztásában is. A fuzzy logika felhasználása mellett szól, hogy alkalmazásával a feltárt szabályok természetesebb módon reprezentálhatóak a felhasználó számára, illetve sokkal robusztusabb (hamis, inkonzisztens és a hiányzó adatok megfelelő kezelése) osztályozó modellek létrehozása teszi lehetővé. Cikkünkben éppen ezért főleg fuzzy felosztási módszereket vizsgálunk.

A VIZSGÁLT PARTÍCIONÁLÁSI TECHNIKÁK

A fejezetben négy felosztási módszert ismertetünk. Elsőként egy globális, nem felügyelt, fuzzy technikát, a Ruspini-típusú felosztás jellemzőit mutatjuk be. Ezt követően, a fuzzy Gustafson-Kessel (GK) csoportosítási algoritmus alkalmazhatóságát tárgyaljuk, amely egy nem felügyelt, lokális felosztási módszer *Gustafson* (1979). Majd egy további csoportosítási algoritmust, a felügyelt Gath-Geva (GG) algoritmust ismertetjük, amely a globális módszerek közé tartozik *Gath* (1989). Végül a fuzzy felosztási módszerekkel összevetve a C4.5 algoritmus által alkalmazott éles felosztást elemezzük.

1. táblázat

Particionáló módszerek egy lehetséges csoportosítása

	Globális (1)	Lokális (2)
Felügyelt (3)	1RD adaptív kvantáló ChiMerge D-2 Fayyad and Irani / Ting felügyelt MCC becslő érték max <i>Gath-Geva csoportosítás (fuzzy)</i>	vektor kvantálás hierarchikus maximum entrópia Fayyad and Irani <i>C4.5</i>
Nem felügyelt (4)	egyenlő intervallum felosztás egyenlő gyakoriságú intervallumok nem felügyelt MCC <i>Ruspini-típusú felosztás (fuzzy)</i>	k-means csoportosítás <i>Gustafson-Kessel csoportosítás (fuzzy)</i>

Table 1. A possible categorization of the partitioning techniques

Global (1), Local (2), Supervised (3), Unsupervised (4)

Ruspini-típusú felosztás alkalmazása

Ahogy már a bevezető fejezetben említettük, az egyik legegyszerűbb particionálási módszer, amikor az attribútumokat egyenletes felosztással particionáljuk. A fuzzy logika alkalmazásával egy adatpont az adott attribútumon felvett értékével minden (tagsági függvénnyel definiált) particióhoz más-más tagsági függvény értékekkel egyszerre tartozik. Az egyenletes fuzzy felosztást, Ruspini-típusú particionálásnak hívjuk (2. ábra) és alap esetben háromszög alakú tagsági függvényeket alkalmazunk, ahol a háromszög csúcspontjait rendre a , b , illetve c jelöli.

2. ábra

Ruspini-típusú attribútum particionálás

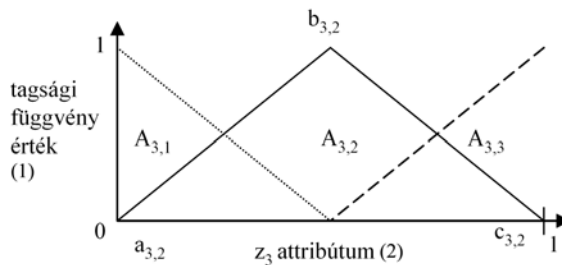


Figure 2. The Ruspini-type partitioning of an attribute

Membership value(1), Attribute z_3 (2)

Az ábrán is jól látható, hogy minden tagsági függvény a és c pontjai a szomszédos tagsági függvények b pontjához tartozó értéknél találhatók. Ezt a felosztást alkalmazva minden attribútumra teljesül, hogy egy adatpont (x) tagsági függvény értékeinek ($A_{j,i}(x_{j,k})$) összege egy attribútumon belül mindig egyenlő eggyel:

$$\sum_{i=1}^{n_i} A_{j,i}(x_{j,k}) = 1, \forall j, k, \text{ ahol } a_{j,i} = b_{j,i-1} \text{ és } c_{j,i} = b_{j,i+1}, \quad (1)$$

Gustafson-Kessel csoportosítási algoritmus alkalmazása

A fuzzy Gustafson-Kessel csoportosítási algoritmus egy nem felügyelt lokális felosztási módszernek felel meg. Minden z_j bemeneti adatra meghatározza a v^j csoportközéppontokat és az $U^j \in [0,1]^{n_j \times N}$ partíciós mátrixot, ahol a mátrix elemei a $z_{j,k}$ adatpont tagsági függvény értékeit reprezentálják az i -edik csoportra vonatkozóan ($k = 1, \dots, N$ és $i = 1, \dots, q_j$, ahol q_j a csoportok számát jelöli). A létrejövő csoportok közvetlenül felhasználhatók az adatpontok fuzzy értékeinek a meghatározásához, például: $A_{j,i}(x_{j,k}) = U_{k,i}^j$. A fuzzy halmazok ($A_{j,i}(x_{j,k})$) reprezentálásra viszont érdemes paraméterezett, például trapéz alakú tagsági függvényeket definiálnunk (3. ábra).

3. ábra

Attribútum partícionálás Gustafson-Kessel csoportosítással

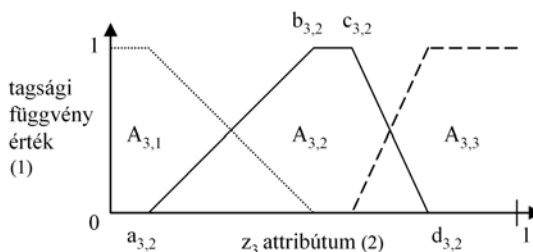


Figure 3. The Gustafson-Kessel clustering based partitioning of an attribute

See Figure 2

Minden trapéz tagsági függvény négy paraméterrel jellemezhető, mégpedig a trapéz csúcspontjaival, melyek rendre: a , b , c és d . A csúcspontokra a Ruspini-módszernél ismertettet elv alapján teljesül az alábbi állítás:

$$\sum_{i=1}^{n_i} A_{j,i}(x_{j,k}) = 1, \forall j, k, \text{ i.e. } a_{j,i} = c_{j,i-1} \text{ and } d_{j,i} = b_{j,i+1}, \quad (2)$$

Gath-Geva csoportosítási algoritmus alkalmazása

Az $A_{j,i}(x_{j,k})$ fuzzy halmazok reprezentálására a háromszög és a trapéz tagsági függvényeken kívül Gauss függvény is alkalmazható:

$$A_{j,i}(x_{j,k}) = \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot \frac{(x_{j,k} - v_{j,i})^2}{\sigma_{j,i}^2}\right), \quad (3)$$

ahol $v_{j,i}$ a Gauss függvény várható értékét, $\sigma_{j,i}^2$ pedig a szórásnégyzetét (variancia) jelöli. A felügyelt Gath-Geva csoportosítási algoritmussal, az egyes attribútumokra vonatkozóan Gauss tagsági függvény formájában határozhatjuk meg a partíciókat:

$$A_{j,i}(x_j; a, b, c, d) = \max\left(0, \min\left(\frac{x_j - a}{b - a}, 1, \frac{d - x_j}{d - c}\right)\right), \quad (4)$$

A csoportosítási algoritmus által szolgáltatott Gauss tagsági függvényeket pedig, amennyiben háromszög tagsági függvényekre szeretnénk transzformálni, az alábbi összefüggéseket alkalmazhatjuk:

$$a_{j,i} = v_{j,i} - 3 \cdot \sigma_{j,i}, \quad b_{j,i} = c_{j,i} = v_{j,i} \quad d_{j,i} = v_{j,i} + 3 \cdot \sigma_{j,i} \quad (5)$$

A szélső tagsági függvényeket trapézosíthatjuk, azaz a $b_{j,i}=0$ $c_{j,i}=1$ paraméter értékeket alkalmazzuk (példa a 4. ábrán).

4. ábra

Attribútum particionálás Gath-Geva csoportosítással

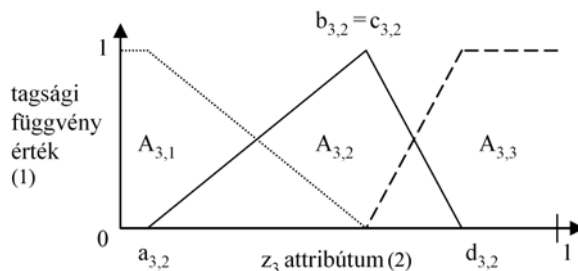


Figure 4. The Gath-Geva clustering based partitioning of an attribute

See Figure 2

C4.5 alapú felosztás alkalmazása

Az ID3 (Interactive Dichotomizer 3), vagyis az interaktív felosztó az egyik legelterjedtebb döntési fa előállítására használt algoritmus Quinlan (1986). Továbbfejlesztett verziója a C4.5 algoritmus, mely a döntési fa csomópontjaiban a minták felosztásához mindig a legnagyobb információyereséggel járó vágást hajtja végre. Mivel az algoritmus mohó, vagyis lokálisan az optimumra törekszik, ezért előfordulhat, hogy az eredmény, azaz a végleges particionálás globálisan nem lesz optimális.

A módszer nem feltétlenül használja fel az összes rendelkezésre álló attribútumot, ezért particionálási szempontból az eredmény lehet, hogy nem teljes. Az 5. ábrán az előző particionálási módszerekkel szemben, négy attribútum (z_1 - z_4) particionálási eredményeit láthatjuk. Az első két attribútum esetében nem történt tényleges particionálás, mert az algoritmus csak a harmadik és negyedik változókat vette figyelembe az osztályozás során. Ezeknél rendre az egy ($d_{3,1}$), illetve kettő éles vágás ($d_{4,1}$, $d_{4,2}$) alapján értelmezhető kettő ($A_{3,1}$, $A_{3,2}$), illetve három ($A_{4,1}$ - $A_{4,3}$) partíciót láthatjuk. Ez ilyen eseteknél vagy elhagyjuk a C4.5 által az osztályozási szempontból feleslegesnek jelölt attribútumokat (amilyen z_1 és z_2) vagy, pedig más technikával particionáljuk azokat. Mi az előbbi módszert alkalmaztuk, tehát csak a C4.5 által felhasznált attribútumokkal generáltunk asszociatív osztályozási szabályokat. A módszer és a többi particionálási technika teljesítményeinek összevetését a következő fejezetben olvashatjuk.

5. ábra

Attribútum partícionálás a C4.5 algoritmussal

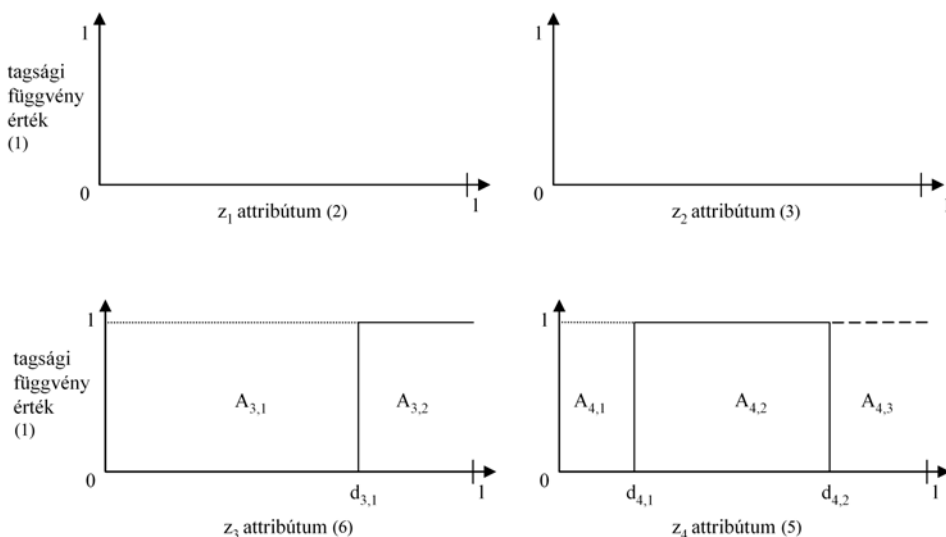


Figure 5. Partitioning of attributes by C4.5 method

Membership value(1), Attribute z_1 (2), Attribute z_2 (3), Attribute z_3 (4), Attribute z_4 (5)

ALKALMAZÁSI PÉLDÁK

A bemutatott partícionálási módszerek alkalmazási lehetőségét, illetve az osztályozási teljesítményére gyakorolt hatásukat két közismert osztályozási teszt adatsor esetén vizsgáltuk meg. Mindkettő osztályozási probléma (Iris, Wine) letölthető a <http://www.ics.uci.edu/~mlearn/MLRepository.html> címen. Az osztályozási teljesítményeket mindegyik osztályozási problémánál tízszeres keresztvalidálással határoztuk meg, vagyis az összes osztályozási mintát permutáltuk, majd a teljes halmazt tíz, azonos számú mintát tartalmazó részhalmazra osztottuk. Egy tanítási folyamatban a részhalmazok közül mindig kilencet használtunk fel a módszerek tanítására, és a kimaradó egy halmaz volt a teszhalmaz. Tíz esetben végeztük el a tanítást, így a teljesítményre kapott értékek a tíz teszt átlagolt eredményei. A pontosság mellett vizsgáltuk az egyes módszerek által generált szabálybázisok komplexitását, a szabályok és a feltételek számát. Az alkalmazott osztályozási módszerek a következők voltak:

Az első számú osztályozónál (Osztályozó 1.) a feltárt szabályok egy halmazával történik az osztályozás. Egy adatminta esetén a szabálybázis minden szabályára kiszámítható, hogy mennyire illeszkedik az adott mintára. Ezt a szabály *tűzelési erősségének* (*firing strength*) hívjuk, és a k -adik mintára az adott j -edik szabály fuzzy tagsági függvény értékeinek a minimumával képezzük:

$$\beta_j(\mathbf{x}_k) = \min(t_k(z_i)), \quad \langle z_i : c_{i,j} \rangle \in \langle Z : C \rangle \quad (6)$$

Legegyszerűbb esetben minden osztályra meghatározzuk a szabály bázis által adott pontszámokat, az összes szabály tüzelési erősségének és fuzzy konfidenciájának (FC_j) a szorzatával: $w_e = \sum_j (\beta_j \cdot FC_j)$, ahol az osztályok: $e = 1, \dots, C$, majd a legtöbb pontszámmal rendelkező osztály lesz a becsült osztálycímke. Amennyiben osztályonként összevonjuk ($cover_e$) az illeszkedő szabályok tüzelési együtthatóját, és figyelembe vesszük az illeszkedő szabályok számát ($rules_e$), úgy ezek hányadosát súlytényezőként alkalmazhatjuk az osztályok pontozásánál:

$$w_e = \left(\sum_j (\beta_j \cdot FC_j) \right) \cdot \frac{cover_e}{rules_e} \rightarrow \hat{y} = \arg \max (w_e) \quad (7)$$

A második osztályozónál (Osztályozó 2.) a feltárt szabályok közül mindig csak a legerősebb szabály határozza meg az adott minta osztálycímkejét. Aktuálisan azt a szabályt tekintjük a legerősebbnek, amelynek tüzelési együtthatójának és fuzzy konfidenciájának a szorzata maximális értékű:

$$w_e = \max (\beta_j \cdot FC_j) \quad , j = 1, \dots, M \rightarrow \hat{y} = \arg \max (w_e) \quad (8)$$

A kiválasztott teszt adatsorokkal megvizsgáltuk mindkettő osztályozó teljesítményét, hogyan befolyásolja azok osztályozási pontosságát az alkalmazott particionáló módszer. Emellett a 2. és a 3. táblázatban feltüntettük az egyes technikák által generált szabálybázisok bonyolultságát is.

2. táblázat

Osztályozási teljesítmények az Iris adatsor esetén

Particionálás (1)	Osztályozó 1 (2)	Osztályozó 2 (3)	Szabályok (4)	Feltételek (5)
Ruspini	94.67	94.67	5.8	10.9
GK	94.00	94	3.9	8.5
GG	96.00	96.67	5.2	9.7
C4.5	93.33	93.33	6.1	8.8

Table 2. Classification performances on the Iris dataset

Partitioning technique(1), Classifier 1(2), Classifier 2(3), Number of rules(4), Number of conditions(5)

3. táblázat

Osztályozási teljesítmények a Wine adatsor esetén

Particionálás (1)	Osztályozó 1 (2)	Osztályozó 2 (3)	Szabályok (4)	Feltételek (5)
Ruspini	93.26	94.34	67.8	172.3
GK	88.20	91.56	48.2	124.9
GG	93.30	91.63	44.5	130.3
C4.5	92.02	92.02	10.1	27.1

Table 3. Classification performances on the Wine dataset

See Table 2

Az Iris adatsor esetében a Gath-Geva csoportosítási algoritmussal mindkettő osztályozási módszer esetén megfelelő pontosságú osztályozási eredményt kaptunk. A szabályok és a feltételek száma alapján megállapítható, hogy az alkalmazott módszerrel kompakt osztályozási modelleket sikerült létrehozni.

Ugyanez sajnos nem mondható el a Wine adatsor esetében, ahol kizárólag a C4.5 algoritmus által meghatározott partíciókat felhasználva sikerült kompakt méretű és megfelelő pontosságú asszociatív osztályozókat előállítani. Ennek egyik fő oka lehet, hogy a Wine adatsor egy 13 attribútumot tartalmazó osztályozási probléma, melyben a minták száma az attribútumok számához képest csekély (178). Tehát amennyiben az összes attribútumot felhasználjuk az asszociatív osztályozó létrehozásakor, úgy a szabálytisztító algoritmus (mely a ϕ korrelációs együttható alapján működik) csak kisebb hatékonysággal képes megtisztítani a szabálybázist.

6. ábra

Példa a Gath-Geva csoportosítási algoritmussal generált fuzzy asszociatív osztályozó szabálybázis megjelenítésére

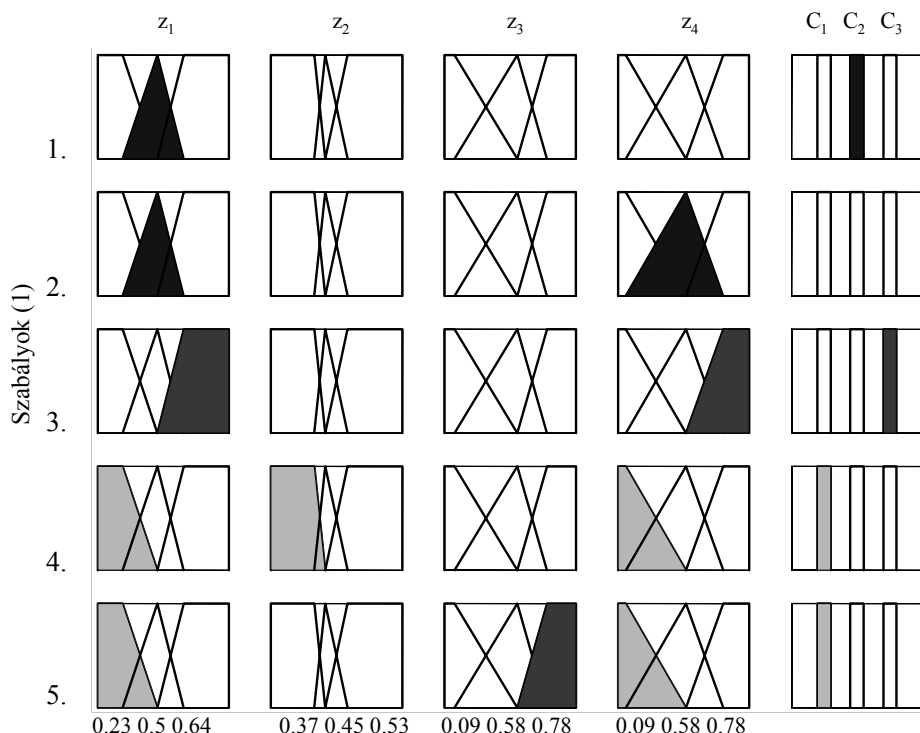


Figure 6. Example for visualization of a fuzzy associative classification rulebase generated by the Gath-Geva based partitioning

Rules(1)

Következésképpen, az egyik ígéretes továbbfejlesztési irány (a hatékonyabb szabálybázis tisztítás mellett) az osztályozási szempontból felesleges attribútumok

kiszűrése lehet. Egy előzetes osztályozással, automatikusan, adatvezérelt módon, vagy akár vizualizációs eszközök segítségével, manuális úton is kiválaszthatóak a felesleges változók. A 6. ábrán egy lehetséges szabálybázis ábrázolási technikát láthatunk, ahol az egyes sorok reprezentálják a szabályokat, az oszlopok, pedig az attribútumokat, illetve az egyes szabályok attribútumra vonatkoztatott tartalmát (a satírozott halmazok). Az utolsó oszlopban a szabályok kimenete látható. Jól látható, hogy az első szabály csak az első attribútumról hordoz információt, nevezetesen „Ha z_1 attribútum értéke közepes, akkor C_2 osztály”. Az attribútumoknál az egyes partíciók (fuzzy halmazok) osztópontjait is feltüntethetők az ábrán (lásd 5. szabálynál), így a konkrét érték tartományok is jól láthatóak minden szabály esetén. Az ábrázolással egyértelműen megállapítható, hogy egy szabálybázisnál melyik attribútumokat használhatjuk fel az osztályozáshoz, melyik az osztályozási szempontból felesleges változó (amelyik egyik szabálynál sincsen besatírozva), illetve, hogy van-e ismétlődés az osztályokra vonatkozóan (több szabály is azonos kimenettel, pl. 6. ábrán 1. és 2. illetve a 4. és 5. szabályok.). Az értelmezhetőségnek köszönhetően a kiválasztáson túl, a szabálybázisok szerkeszthetősége is lehetségessé válik. Így az elkészült algoritmusok, egy adott alkalmazási terület (például folyamatmérnökség) szakértőivel együttműködve hatékony (technológiai) döntéstámogatási szoftver eszköz alapjait is képezhetik.

KONKLÚZIÓ

Az ismertetett fuzzy asszociatív osztályozó algoritmus egyik fő előnye, hogy az osztályozó szabályok előállításához nem igényli a tanítási minták előzetes lefedettség vizsgálatát, amely nagy számú minta esetén (mint sok asszociatív osztályozó algoritmusnál) jelentős számítási teljesítményt követelne. A cikkben tárgyalt négy particionáló módszer közül ígéretes eredményeket sikerült elérnünk a felügyelt Gath-Geva csoportosítási algoritmus alkalmazásával az Iris adatsor esetén. A felügyelt csoportosítási algoritmus kiegészítéseként egy attribútum kiválasztó eszközzel, egyrészt csökkenthető lenne a gyakori elemhalmazok (mely az asszociatív osztályozók szűk keresztmetszete), illetve a szabályok keresési ideje, másrészt a kompaktabb szabálybázissal, növelhető lenne az osztályozási teljesítmény is (ahogy arra a C4.5 algoritmus particionálási módszere a Wine osztályozási problémánál rávilágított). Az eredmények és a fejlesztési lehetőségek figyelembe vételével, a jövőben további, részletesebb, több adatsorra kiterjedő vizsgálatot folytatunk, majd az eredményeket hazai és nemzetközi fórumokon is publikáljuk.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők ezúton szeretnék kifejezni köszönetüket a Vegyészmérnöki Intézet Koordinációs Kutatási Központjának (VIKKK-III/1 projekt) és az OTKA-nak (T 049534) a támogatásért.

IRODALOM

- Abonyi, J. (2006). Adatbányászat a hatékonyság eszköze, Gyakorlati útmutató kezdőknek és haladóknak, Computerbooks
- Agrawal, R., Srikant R. (1994). Fast algorithm for mining association rules in large databases. In: Proceedings of The 20th International Conference on Very Large Data Bases, Santiago, Chile, 487–499.

- Agrawal, R., Imielinski T., Swami, A. (1993). Database mining: A performance perspective. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 5. 6. 914-925.
- Catlett, J. (1991). Megainduction: machine learning on very large databases, PhD thesis, University of Sydney
- Dong, G., Zhang, X., Wong, L., Li, J. (1999). CAEP: classification by aggregating emerging patterns. In: *Proceedings of The Second International Conference on Discovery Science (DS '99)*, Tokyo, Japan, 30-42.
- Dougherty, J., Kohavi R., Sahami, M. (1995). Supervised and Unsupervised Discretization of Continuous Features, In: *Proceedings of The Twelfth International Conference on Machine Learning*, Tahoe City, CA, USA, 194-202
- Gath, I., Geva A.B., (1989). Unsupervised optimal fuzzy clustering, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 11 (7), 773-780.
- Gustafson, D.E., Kessel, W.C. (1979). Fuzzy clustering with fuzzy covariance matrix, In: *Proceedings of The IEEE Conference on Decision and Control*, San Diego, CA, 761-766.
- Liu, B., Hsu, W., Ma, Y. (1998). Integrating classification and association rule mining. In: *Proceedings of The Fourth International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '98)*, New York City, USA, 80-86.
- Liu, B., Ma, Y., Wong C. K. (2000). Improving an Association Rule Based Classifier, In: *Proceedings of the 4th European Conference on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery*, (PKDD 2000), Lyon, France, 504-509.
- Meretakís, D., Wuthrich, B. (1999). Extending Naive Bayes Classifiers Using Long Itemsets, In: *Proceedings of the Fifth International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD '99)*, San Diego, USA, 165-174.
- Pach, F.P., Gyenesei, A., Németh, S., Árvai, P., Abonyi, J. (2006). Fuzzy Association Rule Mining for the Analysis of Historical Process Data, *Acta Agraria Kaposváriensis*, szerkesztés alatt
- Pach, F.P., Gyenesei, A., Németh, S., Árvai, P., Abonyi, J. (2006). Fuzzy Association Rule Mining for Model Structure Identification, *Applications of Soft Computing: Recent Trends, Part VI Identification and Forecasting*, Springer, 261-271.
- Quinlan, J.R., (1986). Induction on decision trees. *Machine Learning*, 1. 1. 81-106.
- Wang, K., Zhou, S., He, Y. (2000). Growing decision tree on support-less association rules. In: *Proceedings of the sixth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (KDD'00)*, Boston, MA, USA, 265-269.
- Yin, X., Han, J., (2003). CPAR: Classification based on predictive association rules, in *Proceedings of the Third SIAM International Conference on Data Mining (SDM'03)*, San Francisco, CA, USA
- Zimmermann, A., Raedt L. D. (2004). CorClass: Correlated Association Rule Mining for Classification, *Discovery Science*, 7th International Conference, Padova, Italy, 60-72.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

János Abonyi

University of Pannonia, Department of Process Engineering

H-8201, Veszprém, P.O. Box 158

Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék

8201, Veszprém, Pf. 158.

Tel.: 36-88-624-447, Fax: +36-88-624-171

e-mail: abonyij@fmt.uni-pannon.hu



Heterokatalitikus reaktorok vizsgálata

Varga T., Abonyi J., Szeifert F.

Pannon Egyetem, Mémöki Kar, Folyamatmérnöki Intézet Tanszék
Veszprém, 8200 Egyetem út 10.

ÖSSZEFOGLALÁS

A reaktorok elfutása az ipari gyakorlatban gyakran jelentkező problémát jelent. A jelenség a technológia állapotváltozóinak, például a reaktor hőmérsékletének hirtelen bekövetkező, nagymértékű változását jelenti. A reaktor elfutásának megfelelő időben történő felismerése biztonsági és technológiai okokból egyaránt fontos lehet. Az elfutás bekövetkezésének jelzésére alkalmas módszereket két megközelítésmód alapján csoportosíthatjuk. A munkánk során egy döntéstámogató adat-, illetve egy modell-alapú technikát tanulmányoztunk. Az adat- és modell-alapú módszerek között a legnagyobb különbség, hogy az utóbbi alkalmas az elfutás bekövetkezésének előrejelzésére. Célul a reaktor elfutásának előrejelzésére alkalmas eszköz kifejlesztését tűztük ki, mely a betáplálási körülmények alapján kell, hogy előre jelezze a reaktor elfutását. Egy könnyen értelmezhető modell előállítás volt a célunk, amely alkalmas a különböző jellegű működési tartományok feltárására. Erre a célra döntési fák alkalmazását javasoljuk, mivel ezek könnyen áttekinthetően definiálják az elfutás jelenségét generáló bemeneti változók által definiált működési tartományokat. A cikk ismerteti a vizsgált ipari reaktor stacioner modelljét és viselkedését, illetve az alkalmazott döntési fa identifikálásának technikáját. Az eredmények jól mutatják, hogy az általunk kidolgozott eszköz nemcsak az elfutás pontos előrejelzésére, hanem a fontos technológiai változók feltárására is alkalmas, így az operátorok döntéseit támogató szakértői rendszer részeként is funkcionálhat.

(Kulcsszavak: reaktorelfutás, előrejelzés, stabilitás-vizsgálat, döntési fa, döntéstámogató rendszer)

ABSTRACT

Simulation study of a heterocatalytic reactor

T. Varga, J. Abonyi, F. Szeifert

University of Pannonia, Faculty of Engineering, Department of Process Engineering
Veszprém, H-8200 Egyetem út 10.

The reactor runaway phenomenon is a serious problem in the chemical industry. In this work we focus on one of these runaway problems. Reactor runaway means a sudden and considerable change in the process variables. Runaway has two main important aspects. In one hand runaway forecast has a safety aspect, since it is important for avoiding the damage of reactor's constructional material or reactor explosion; on the other hand it has a technology aspect, since the forecast of the runaway can be used for avoiding the development of hot spots in catalytic bed. Most of different runaway criteria found in literature are basically based on two approaches, there are data- and model-based criteria. The problem with the data-based methods is found in measurement conditions. The model-based criteria require parameter-stability analysis, that means to apply a model-based criteria is necessary to have an exact

model and correct model parameters. This thesis applies the Ljapunov's indirect method to study the stability of an industrial reactor, and presents the how the steady-state simulator of the reactor can be used for the forecasting of the runaway in a catalytic tube-reactor. Based on the results extracted from this analysis a decision tree was inducted in order to be applied as part of an operator support system. This device is suitable for forecasting the reactor runaway based on the measured feed parameters.

(Keywords: reactor runaway, forecast, stability analysis, decision tree, operator support system)

BEVEZETÉS

Az ipari gyakorlatban használt folyamatirányító rendszerek törekednek arra, hogy a lehető legjobban kihasználják a technológiai folyamat nyújtotta lehetőségeket. Az optimális üzemeltetési körülmények már a fizikai és kémiai törvények által meghatározott korlátokat közelítik. Az egyik legkritikusabb biztonsági határ exoterm hőszínezetű reakció lejátszatásának helyet adó reaktor esetén az úgynevezett reaktorelfutását kiváltó körülmény. A reaktorok elfutása a technológia állapotváltozóinak, például a reaktor hőmérsékletének hirtelen bekövetkező nagymértékű változását jelenti. A jelenség kialakulását a legtöbb esetben igyekeznek elkerülni, de előfordulhat néhány technológiai lépés esetén, hogy célszerű a kialakulását segíteni, persze teljesen kontroll alatt tartott körülmények között.

A reaktor elfutásának megfelelő időben történő felismerése biztonsági és technológiai okokból egyaránt fontos lehet. Biztonsági ok a reaktor felrobbanásának megelőzése, míg a technológiai okok közé az úgynevezett forró-pontok kialakulásának elkerülése tartozhat, ami elsősorban a katalizátor megóvásának szempontjából fontos. A reaktorok elfutása, mint jelenség, már régóta ismert, de csak a Bhopal-i és a Seveso-i katasztrófákat követően került a figyelem középpontjába (Eissen, 2003). Az üzembiztonsági rendszerek fejlesztéséhez elengedhetetlenül szükség volt az elfutás jelenségének részletes megismerésére. Az elfutás összetettségét támasztja alá az a tény, hogy még nem létezik olyan kritérium, amely teljes pontossággal előrejelezné bekövetkezését. A reaktorok elfutásának vizsgálata során eleinte arra a kérdésre keresték a választ, hogy a jelenség kialakulását a reaktor stabilitása határozza meg, vagy valami teljesen más.

Semenov (1928) úttörő munkáját követően a reaktorok vizsgálatával foglalkozó kutatások közvetve, vagy közvetlenül, de érintik a reaktorok stabilitásának és/vagy elfutásának leírását. Bilous and Amundson (1956) voltak az elsők, akik az elfutási probléma megoldására paraméter érzékenységi vizsgálatokat végeztek. A reaktor stabilitásának meghatározása alapján fogalmazták meg a reaktorelfutásának feltételét. Az érzékenység mérésére a reaktorok hossza mentén meghatározott maximális hőmérsékletek Semenov-szám szerinti deriváltját használták. Később Schmitz (1975) írta le, hogy az érzékenység vizsgálat kevésbé meghatározott, mint a stabilitás, de a kettő között létezik valamiféle kapcsolat. Az első reaktorelfutásra vonatkozó kritériumot Barkelev (1959) fogalmazta meg a hőmérsékletprofil empirikus analízise alapján. Dente and Collina (1964) a reaktor hőmérséklet maximuma előtt jelentkező inflexiós pontot tekintették elfutási feltételnek. Az általuk megfogalmazott kritérium tehát azt mondja ki, hogy a reaktor abban az esetben tekinthető elfutottnak, ha a hőmérséklet reaktorhossz szerinti második deriváltja nulla értéket vesz fel. Négy évvel később Berty et al. (1968) szintén ezt a kritériumot találták megfelelőnek az elfutás jelzésére. Adler and Enig (1964) a vizsgálatot az idő- és hossztartomány helyett a fázisra terjesztették ki. A fázisteret a hőmérséklet és a konverzió összefüggése alapján írták le. Elfutási kritériumként azt a pontot jelölték meg, ahol a hőmérséklet a konverzió szerinti második deriváltja negatív értéket vesz fel. Van Welsenaere and Froment (1970) ezt nevezték

az első, a *Dente and Collina* (1964) által leírtat pedig a második kritériumnak. A két feltétel összehasonlítása után úgy gondolták, hogy ezek kevésben térnek el egymástól, valamint belátták, hogy a második kritérium pontatlanabb. *Bilous and Amundson* (1956) paraméter érzékenység jellemzésre adott megközelítést, először *Lacey* (1983) és *Boddington* (1983) alkalmazták az elfutás feltételének meghatározására. A számított érzékenységi jellemzőket ábrázolva maximummal rendelkező görbét kaptak. Abban az esetben, ha a Semenov-szám kisebb, mint a maximumhoz tartozó kritikus érték, akkor nem tapasztalták az elfutás bekövetkezését, ellenkező esetben pedig csak valószínűsíteni tudták a jelenség kialakulását. Egy, a tanszéken végzett kutatómunka során a bemutatott értelmezéseket hasonlították össze és az elfutás bekövetkezésének jelzésére Ljapunov stabilitási kritériumának alkalmazását javasolták (*Szeifert*, 2006).

Az előzőekben bemutatott kutatómunkák alapján, azt mondhatjuk, hogy két megközelítésmódon alapuló technikák léteznek az elfutás bekövetkezésének jelzésére. Adat-alapú megközelítésmódra épülő technikák legnagyobb hátránya, hogy későn, csak a bekövetkezést követően jelzi a reaktorelfutását. A mért változók kezelésének körülményessége, például az adatok mérési zajtól, illetve hibától történő szűrésének technikai kérdései tovább nehezítik e megoldások alkalmazását. Az adat-alapú technikák közé tartozik a technológiai változó idősorának inflexiók pontján alapuló módszer. A modell alapú megközelítésmódot alkalmazó technikák még az elfutás bekövetkezése előtt figyelmeztethetnek. E technikák azonban stabilitás-vizsgálatra vezethetők vissza, ugyanis az alapgondolat, hogy az elfutás bekövetkezése és a reaktor instabillá válása egyszerre következik be. A stabilitás-vizsgálat elvégzéséhez elengedhetetlenül szükséges a reaktor részletes modelljének, illetve paramétereinek ismerete, melyek nem mindig állnak rendelkezésre. Abban az esetben, ha a modell és a paraméterek is ismertek még mindig szükség van mérésekre, melyek a modelljóságának meghatározására szolgálnak.

A stabilitásvizsgálat első lépésében az állapotváltozókra felírt nemlineáris differenciál egyenletrendszer kell megoldani. A rendszer állapotátmeneti függvénye a

$$\frac{dx}{dt} = f(x) \quad (1)$$

összefüggéssel adható meg, ahol x az állapotváltozókat jelöli. A cikkben leírt modellalapú technika, a stabilitás megállapításához Ljapunov közvetett módszerét alkalmazza, s így az (1) differenciál-egyenletrendszer a Jacobi-mátrix,

$$J = \left(\frac{\partial f}{\partial x} \right) \bigg|_{x_0} \quad (2)$$

ahol x_0 jelöli a vizsgált munkapontot, sajátértékeinek (λ),

$$|J - \lambda I| = 0 \quad (3)$$

vizsgálatára egyszerűsödik. A stabilitás kritériuma alapján, ha a (2) $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ sajátértékei negatívak, akkor az (1) összefüggés stabilnak, ha egy sajátérték is pozitív, instabilnak tekinthető a vizsgált munkapontban. Komplex sajátérték(ek) esetén további vizsgálat(ok) elvégzésére van szükség (*Szeifert*, 2000).

STACIONER MODELL

A munkánk alapjául egy ipari kontakt katalitikus reaktor vizsgálata szolgál (*1. ábra*), amelyben az álló, szilárd halmazállapotú katalizátorágyon keresztül áramoltatják a

gázhalmazállapotú reagenseket. A reaktor felépítését tekintve egy nagyszámú csövet magába foglaló függőleges kialakítású henger, ahol a katalizátor a csövekben van elhelyezve. A reakció hőszínezetét tekintve exoterm, ezért a reakciótér hűtésére van szükség, amit a csövek között áramoltatott hűtővízzel valósítanak meg. A gázhalmazállapotú reagensek betáplálása a reaktor alján történik. A másodrendű reakcióban felszabaduló hőmennyiség hatására a katalizátorágyban forrópontok alakulhatnak ki, amelyek meggyorsítják a katalizátor öregedését, ezért nagyon fontos az üzemeltetési körülmény megválasztása. A vizsgált reaktor normál üzemviteléhez hozzátartozik a reaktorelfutás bekövetkezése, így a rendszer lehetőséget nyújt ezen jelenség vizsgálatára. A feladat azon üzemeltetési tartományok meghatározása, melynél elfutásmentes körülmények között működtethető a reaktor, illetve egy olyan eszköz kidolgozása mely alkalmas előrejelezni az elfutás bekövetkezését.

1. ábra

A modellezett objektum egyszerűsített képe

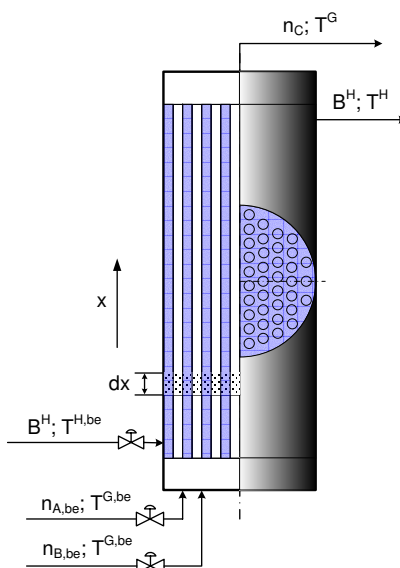


Figure 1: Schematic drawing of the contact catalytic reactor

A reaktor egy adott pontjában kialakuló stacioner állapot definiálására öt állapotváltozó szükséges, a három komponens anyagárama, a hőmérséklet és a nyomás. Az állapotváltozókra felírt mérlegegyenletek a következő feltételezéseken alapulnak:

- a reakció a gázfázisban játszódik le;
- a gáz és a szilárdfázis hőmérséklete megegyezik;
- a nyomásesés számítására egy egyszerűsített empirikus összefüggést alkalmaztunk;
- a köpenytér hőmérséklete állandó.

A modell egyenletekben szereplő változók jelentését a jelölésjegyzékben foglaltuk össze. A feltételezések alapján a komponensek anyagmennyiség áramainak hosszmenti változása:

$$\frac{dn_i}{dx} = v_i \cdot V^G \cdot r^G, \quad (4)$$

ahol $i = \{A; B; C\}$. A reaktor hőmérsékletének, illetve nyomásának változása az alábbi összefüggéssel definiálható:

$$B^G \cdot \rho^G \cdot c_p^G \cdot \frac{dT^G}{dx} = V^G \cdot r^G \cdot \Delta H_r - A^{GH} \cdot \alpha^{GH} \cdot (T^G - T^H) \quad (5)$$

$$\frac{dp^G}{dx} = -0.012. \quad (6)$$

Az egyenletrendszer megoldásához szükséges peremfeltételeket a belépő áramok tulajdonságai adják:

$$x = 0, \quad n_i = n_{i,be}; \quad T^G = T^{G,be}; \quad p^G = p^{G,be}. \quad (7)$$

A (4)-ben szereplő bruttó reakciósebesség számítására a *Potter (1951)* által javasolt

$$r^G = 9477 \cdot e^{\left(\frac{18250}{R \cdot T^G}\right)} \cdot p^G \cdot \frac{(n_A)^{0.75} \cdot (n_B)^{0.25}}{\sum_{i=\{A,B,C\}} (n_i)} \cdot (1 - K_r) \cdot r_{corr} \quad (8)$$

összefüggést alkalmaztuk, amit egy korrekciós faktorról (r_{corr}) módosítottunk, hogy a valós reaktorban lejátszódó folyamat bruttó sebességét kapjuk. A reakcióra vonatkozó egyensúlyi állandó értékét az alábbi összefüggésből határoztuk meg:

$$K_r = e^{\left(16.14 - \frac{102845}{R \cdot T^G}\right)}. \quad (9)$$

Az (5) egyenletben szereplő hőkapacitásáramot

$$B^G \cdot \rho^G \cdot c_p^G = \sum_{i=\{A,B,C\}} \left[B^G \cdot c_i^G \cdot M_i \cdot (c_{1,i} + c_{2,i} \cdot T^G + c_{3,i} \cdot (T^G)^2) \right], \quad (10)$$

míg a gázfázis és köpenytér közötti hőátvezetési tényezőt, a mérési adatokra illesztett empirikus összefüggéssel számítottuk (*Madár, 2005*):

$$\alpha^{GH} = 52.7 + 0.1 \cdot T^G. \quad (11)$$

A modell leképezését és az elvégzett vizsgálatokat MATLAB környezetben valósítottuk meg.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A stacioner modell adekvátságának vizsgálata

A stacioner szimulátor megfelelőségének vizsgálatához az üzemeltetés során gyűjtött és a szimulátorral számított stacioner hőmérséklet értékeket hasonlítottuk össze a 2. ábrán. A mért adatokat különböző reagens betáplálási anyagáram esetén elvégzett mérések során gyűjtötték. A számított görbék, illetve a mért értékek illeszkedése alapján, arra a következtetésre jutottunk, hogy a szimulátor alkalmas a reaktorban bekövetkező elfutás vizsgálatára.

Az elfutás bekövetkezésének jelzése

Az elfutás kialakulásának jelzéséhez a modell stabilitását vizsgáltuk véletlenszerűen generált betáplálási áram tulajdonságkombinációk esetén. A stabilitás vizsgálatához meghatároztuk a stacioner modell Jacobi-mátrixát, majd alkalmazva Ljapunov stabili-

tásra vonatkozó kritériumát, véletlenszerűen generált betáplálási áram tulajdonságok esetén vizsgáltuk a modell-alapú módszer alkalmazhatóságát. A modellel számított hőmérsékletprofilok inflexiós pontjának vizsgálatát, az alkalmazott módszerek érzékenységének összevetése érdekében végeztük.

2. ábra

A mért és a számított értékek összehasonlítása

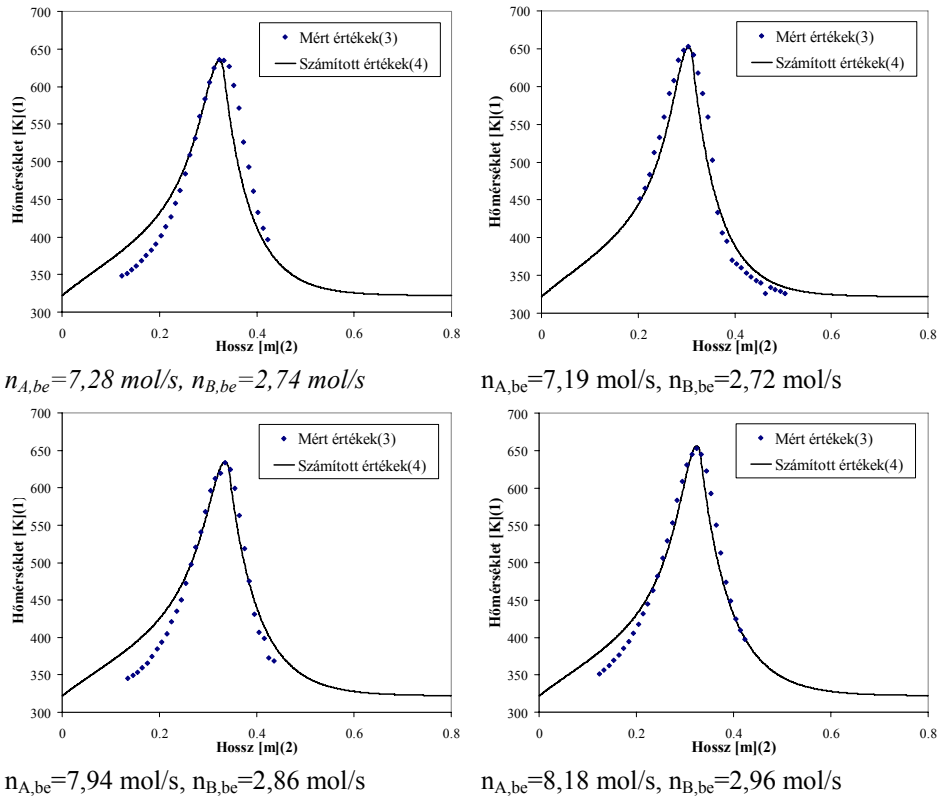


Figure 2: Comparison of measured and calculated temperatures

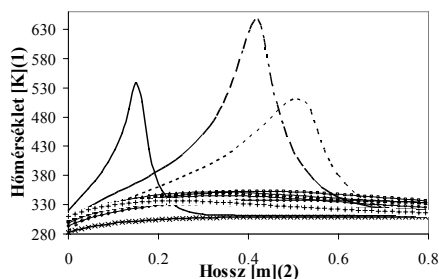
Temperature [K](1), Length [m](2), Measured values(3), Calculated values(4)

A módszerek megbízhatóságának megállapításához 10 darab véletlenszerűen generált betáplálási áramot állítottunk elő és vizsgáltuk az elfutás bekövetkezését. A generált betáplálási áramok alapján a szimulátorral számított hőmérsékletprofilok a 3a. ábrán láthatók.

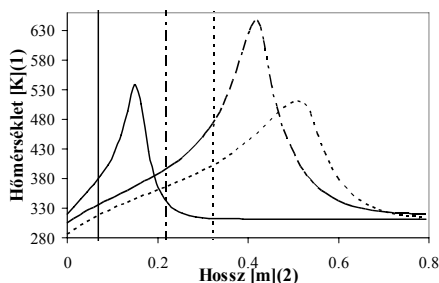
A stabilitás vizsgálat alapján elfutottnak ítélt esetek a 3b. ábrán láthatók, ahol a függőleges vonalak az első instabilnak talált munkapontokat jelölik. A 3a. és 3b. ábrákat összevetve látható, hogy a módszer alapján az összes szemmel láthatóan elfutott eset kiszűrhető. A 3b. és 3c. ábrák összevetésével megállapíthatjuk, hogy a két módszer alapján elfutottnak ítélt esetek megegyeznek. A módszerek érzékenységében tapasztalt ellentmondás (vö. 3b. és 3c. ábra függőleges vonalak) valószínűleg numerikus hiba eredménye.

3. ábra

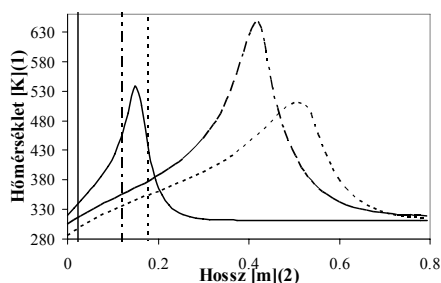
Reaktorelfutás jelzésre való alkalmazhatóság



a) A számított hőmérsékletprofilok (3)



b) Stabilitás vizsgálat (4)



c) Inflexiós pont vizsgálat (5)

Figure 3: Application for reactor runaway detection

Temperature [K](1), Length [m](2), The calculated temperature profile(3), Stability analysis(4), Inflection point analysis(5)

Statistikai minta generálása

A vizsgálat során a cél a betáplálási áram tulajdonságai közül, a reaktorelfutásra leginkább hatással levők kiválasztása. Nagyszámú, véletlenszerűen generált bemenetet állítottunk elő és stabilitás vizsgálat alapján meghatároztuk, mely esetekben következik be elfutás. Eredményként az egyes betáplálási áram tulajdonságok változtatásának az elfutott kísérletek arányára gyakorolt hatását mutatjuk be a 4. ábrán.

A 4. ábrán látható, hogy az elfutás bekövetkezésére a legnagyobb hatással a hűtővíz ($T^{H,be}$), míg legkevésbé a reagens betáplálásának hőmérséklete ($T^{G,be}$) van. A hűtővíz belépési hőmérsékletének 295-300 K-nél alacsonyabbat választva szinte teljes mértékben visszaszorítható az elfutás bekövetkezése. A hűtővíz betáplálási hőmérséklete mellett a nyomás ($p^{G,be}$) az, ami leginkább hatással van az elfutás bekövetkezésére. A betáplálás nyomásának növelésével közel lineárisan változik az elfutott kísérletek aránya, míg reagens betáplálási anyagáramának növelése ($n_{A,be}$ és $n_{B,be}$), különböző mértékben ugyan, de csökkentik az elfutott kísérletek arányát. Erre a magyarázata az lehet, hogy a konvektív hőáram megnő a reakcióban felszabaduló hőmennyiséggel szemben, s ez segíti a reaktorban felszabaduló hő elvezetését. A sztöchiometriai aránytól lényegesen eltérő arányok ($n_{A,be}/n_{B,be}$) esetén a reakciósebesség jelentős csökkenése

okozza, hogy a reagáló komponensek betáplálási anyagmennyiségeinek arányának növelése kismértékben ugyan, de csökkenti az elfutás bekövetkezésének arányát.

4. ábra

Az elfutott kísérletek arányának változása

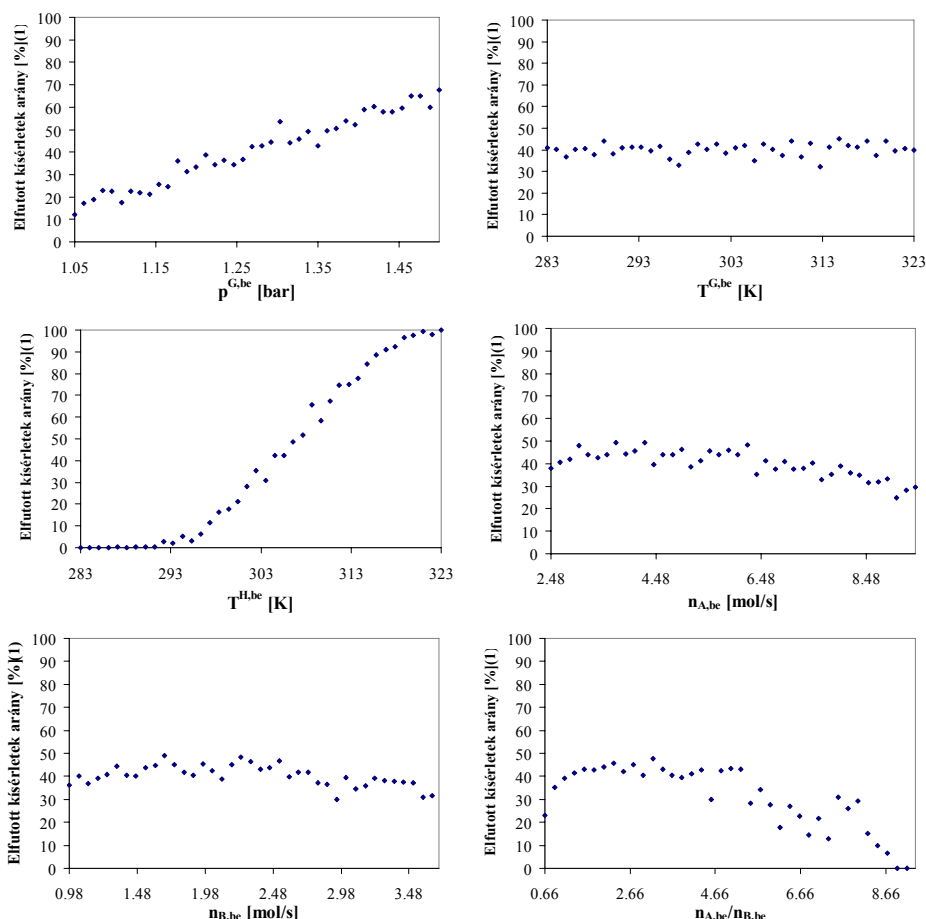


Figure 4: The effect of process variables to the probability of runaway

The ratio of experiments when runaway develops(1)

Döntési fa generálása

Az adatbányászat legfontosabb feladatai közé tartozik a különböző jelenségek meglévő adatok alapján történő leírása mellett, az egyes jelenségek jövőbeli viselkedésének előrejelzése is. Az osztályozás, mely lényege, hogy különböző mintákat előre meghatározott osztályokba sorolunk, a jelenségek leírása mellett előrejelzésre is alkalmas, ezért az adatbányászat egyik legfontosabb eszköze. Osztályozási feladatok megoldására a legismertebb eszköz a döntési fa, illetve azok az algoritmusok, amelyekkel ez generálható

(Han, 2000). A döntési fa abban segít, hogy sorozatos döntéseket követően a megfelelő következtetésre jussunk. A gyökérből indulva a fa köztes csomópontjaiban, általában egy változóra vonatkozó kérdésekre adott válaszokon keresztül jutunk el a fa valamelyik leveléig. A vizsgálatunk következtetését ennek a levélnek a címkéje tartalmazza.

Az előző fejezetben bemutatott eredményeket tanítási mintákként felhasználva döntési fát generáltunk az információnyereség elvén alapuló C4.5 algoritmus alkalmazásával (Abonyi, 2005). A szemléltetés érdekében csak az első ezer tanuló minta alapján létrehozott, majd egy alaposan tisztított fa látható az 5. ábrán. A később bemutatásra kerülő grafikus felület mögött már egy lényegesen összetettebb döntési fa áll.

Az 5. ábrán balról-jobbra haladva jutunk el a döntési fa gyökerétől az osztálycímkéket tartalmazó levelekig. Az osztálycímké 1-es értéke, azt jelenti, hogy a reaktor bemenetét a fa ezen ágával definiált intervallumból választva, nem következik be a reaktor elfutása. A 2-es értékű osztálycímké a reaktorelfutás bekövetkezését jelenti. A zárójelben lévő értékek közül a baloldali, az osztálycímké által definiált halmazba tartozó esetek számát, a jobboldali pedig a az információnyereség értékét adja meg.

5. ábra

A generált döntési fa

```

TH,be ≤ 306.6 :
| TH,be ≤ 296.3 : 1 (384.0/8.2)
| TH,be > 296.3 :
| | pG,be ≤ 1.37 :
| | | nA,be > 4.26 : 1 (138.0/9.4)
| | | nA,be ≤ 4.26 :
| | | | nB,be > 2.53 : 1 (19.0/4.6)
| | | | nB,be ≤ 2.53 :
| | | | | pG,be ≤ 1.25 : 1 (13.0/6.5)
| | | | | pG,be > 1.25 : 2 (11.0/4.2)
| | | pG,be > 1.37 :
| | | | TH,be ≤ 299.4 :
| | | | | pG,be ≤ 1.41 : 1 (5.0/2.3)
| | | | | pG,be > 1.41 : 2 (13.0/6.5)
| | | | TH,be > 299.4 :
| | | | | nB,be > 1.26 : 2 (37.0/2.9)
| | | | | nB,be ≤ 1.26 :
| | | | | | TG,be ≤ 298.4 : 1 (3.0/1.9)
| | | | | | TG,be > 298.4 : 2 (2.0/1.6)
| | | TH,be > 306.6 :
| | | | pG,be > 1.27 : 2 (192.0/6.7)
| | | | pG,be ≤ 1.27 :
| | | | | TH,be ≤ 311.7 :
| | | | | | nB,be > 2.74 : 1 (16.0/2.7)
| | | | | | nB,be ≤ 2.74 :
| | | | | | | pG,be ≤ 1.10 : 1 (11.0/2.6)
| | | | | | | pG,be > 1.10 :
| | | | | | | | TH,be ≤ 309.7 : 1 (12.0/7.3)
| | | | | | | | TH,be > 309.7 : 2 (11.0/5.2)
| | | | | | | TH,be > 311.7 :
| | | | | | | | pG,be > 1.14 : 2 (70.0/2.9)
| | | | | | | | pG,be ≤ 1.14 :
| | | | | | | | | nA,be ≤ 8.35 :
| | | | | | | | | | nB,be ≤ 3.23 : 2 (40.0/6.3)
| | | | | | | | | | nB,be > 3.23 :
| | | | | | | | | | | TH,be ≤ 317.9 : 1 (5.0/2.3)
| | | | | | | | | | | TH,be > 317.9 : 2 (4.0/2.1)
| | | | | | | | | | nA,be > 8.35 :
| | | | | | | | | | | TH,be ≤ 318.9 : 1 (8.0/2.5)
| | | | | | | | | | | TH,be > 318.9 : 2 (6.0/3.5)

```

Figure 5: The induced decision tree

A döntési fák egyik nagy előnye, hogy a vizsgálat szempontjából fontos változókat a fa gyökeréhez, míg a kevésbé fontosokat a levelekhez közel helyezi el a fát generáló algoritmus. Korábban már láttuk, hogy a hűtővíz belépő hőmérséklete ($T^{H,be}$), illetve a reagensek betáplálásának nyomása ($p^{G,be}$) van a leginkább hatással az elfutás bekövetkezésére. Ezekkel teljes összhangban vannak a létrehozott döntési fából levonható következtetések is, ugyanis az 5. ábrán látható, hogy a fa első két csomópontjában a vizsgált változók a hűtővíz hőmérséklete, illetve a reagensek nyomása.

Az így generált fa alkalmassá válik ismeretlen minták osztályozására. Megállapítható tehát, hogy a döntési fa generálására alkalmas algoritmus használatával sikerült létrehoznunk egy egyszerű eszközt, ami a reaktor betáplálási körülményei alapján előrejelzi az elfutás bekövetkezését. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy a módszer statisztikai jellegű, így előfordulhatnak olyan esetek, amikor az előrejelzés nem felel meg a ténylegesen bekövetkező állapotnak. Ezen kivételes esetek száma csökkenthető egyrészt a tanuló minták számának növelésével, a vizsgált bemeneti paraméter tartományok szűkítésével, illetve a fa tisztítása során a metszések számának csökkentésével. A döntési fa pontosíthatósága és tesztelhetősége érdekében a 6. ábrán látható grafikus felületet készítettük MATLAB/GUIDE-ban.

6. ábra

Döntési fa generálására és vizsgálatára készített kezelőfelület

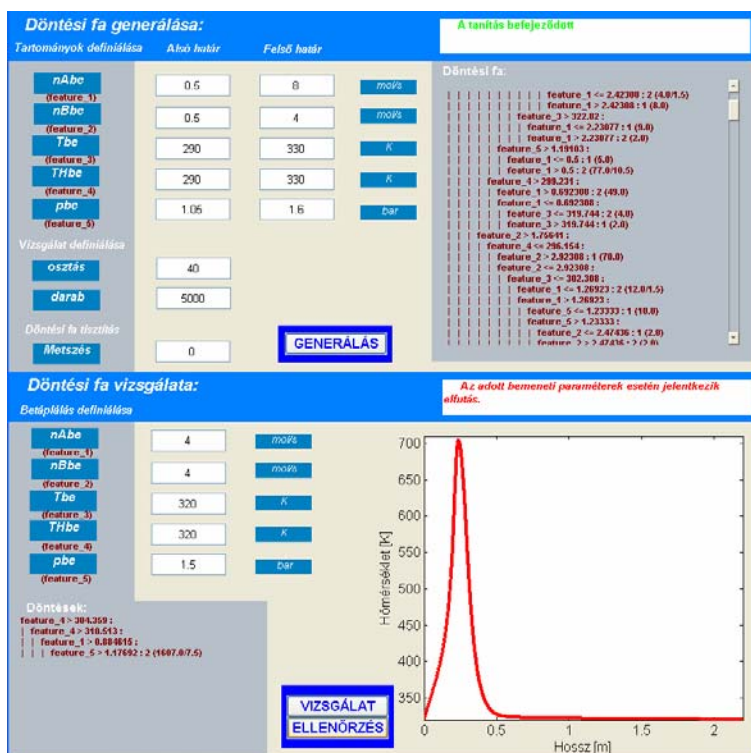


Figure 6: Graphical user interface designed to generate and validate decision trees

Az eszköz alkalmas arra, hogy a felhasználó pontosítsa a bemeneti paraméterekre vonatkozó tartományokat ezzel javítva az előrejelzés pontosságát. A felületen kijelzésre kerül a döntési fa azon része, amely alapján az algoritmus osztályozta az ismeretlen mintát.

KÖVETKEZTETÉSEK

A cikk egy elfutásra hajlamos komplex kontakt katalitikus reaktor egy részletes, reaktor elfutási vizsgálatokra alkalmas matematikai modelljét ismertette. A stationer modell stabilitás vizsgálatán alapulva egy olyan új elfutás előrejelzésére alkalmas módszer dolgoztunk ki, amellyel akár csak a reaktor betáplálási áramainak alapján is előre tudjuk jelezni a reaktorelfutás bekövetkezését. Egy olyan új technikát dolgoztunk ki, melynek alkalmazásával elhatárolhatjuk azokat az üzemeltetési tartományokat, melyeknél az elfutás jelentkezik, illetve nem jelentkezik. A javasolt megközelítésmód legnagyobb előnye, hogy a reaktor különböző jellegű működési tartományait, könnyen értelmezhető módon, nyelvi szabályok, illetve az ezeket tömörítő döntési fa segítségével definiálja. Tehát az ismertett döntési fa alapú vizsgálati technika az adatok alapján történő elemzés mellett, lehetővé teszi a rendszert leíró vegyészmérnöki modellekből származatható információk kinyerését és értékelését is, például feltárhatja, hogy az üzemeltetés szempontjából mely változók az igazán kritikusak.

A cikk fontos üzenete, hogy a csupán részletes vegyészmérnöki modellen alapuló analitikus technika hátránya, hogy bár a modell, mint differenciál és algebrai egyenletek halmaza értelmezhető a modellt alkotó vegyészmérnök számára, nem ad egyértelmű, közvetlenül felhasználható információt arra vonatkozóan, hogy mely betáplálási körülményeket meghatározó bemeneti változók együttállása esetén fordul elő a reaktor elfutása. Tehát csupán a rendszer részletes modelljének ismerete alapján e technikával sem tudjuk közvetlenül, szimulációs vizsgálat és az állapotváltozók mérése nélkül megbecsülni teljes pontossággal az elfutás bekövetkezését. Az ilyen jellegű ismeretek feltárásának azonban hasznos eszköze a cikkben alkalmazott döntési fa.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A kutatást a Vegyészmérnöki Intézet Kooperációs Kutatási Központjának III/2 és az OTKA T049534 téma támogatta.

IRODALOMJEGYZÉK

- Abonyi, J. (2005). Adatbányászat – a hatékonysága eszköze. ComputerBooks kiadó, 12-34.
- Adler, J., Enig, J.W. (1964). The Critical Conditions in Thermal Explosion Theory with Reactant Consumption. Comb. Flame, 8. 97-1103.
- Barkelew, C. (1959). Stability of Chemical Reactors. Chem. Eng. Prog. Symp. Ser., 25. 37-46.
- Berty, J.M., Brices, J.H., Hambrick, J.O. (1968). Parametric Sensitivity and Stability of Staged Adiabatic Reactors with Luterstage Coolers. Symposium on Stability and Control of Reaction Systems: Part III, Preprint 10E, St. Louis, Missouri, Feb. 1968.
- Bilous, O., Amundson, N.R. (1956). Chemical Reactor Stability and Sensitivity II. Effect of Parameters on Sensitivity of Empty Tubular Reactors. AIChEJ., 2. 117-126.
- Boddington, T., Gray, P., Kordilewski, W., Scott, S.K. (1983). Thermal Explosions with Extensive Reactant Consumption: A New Criterion for Criticality. Proc. R. Soc., A 390. 13-30.
- Dente, M., Collona, A. (1964). Il Comportamento dei Reattori Chimici a Flusso Longitudinale nei Rigvardi della Sensitività. Chim. E Industria, 46. 752-761.

- Eissen, M., Zogg, A., Hungerbühler, K. (2003). The runaway scenario in the assessment of thermal safety: simple experimental access by means of the catalytic decomposition of H_2O_2 . Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 16. 289-296.
- Han, J., Kimber, M. (2000). Data Mining: concepts and techniques. Chapter 7, Morgan Kaufman, 279-334.
- Lacey, A.A. (1983). Critical Behaviour for Homogeneous Reacting Systems with Large Activation Energy. Int. J. Eng. Sci., 21. 501-515.
- Madár, J. (2005). Kutatási jelentés.
- Potter, C., Baron, S. (1951). Kinetics of the catalytic formation of phosgene. Chem. Eng. Prog., 47. 9. 473-480.
- Schmitz, R.A. (1975). Multiplicity, Stability and Sensitivity of States in Chemical Reacting Systems. A Review. Adv. Chem. Ser., 148-156.
- Semenov, N.N. (1928). Zur Theorie des Verbrennungsprozesses, Z. Phys., 48. 571-581.
- Szeifert, F., Chován, T., Nagy, L., Abonyi, J., Árva, P., Berty, J.M. (2006). Runaway of chemical reactors: parametric sensitivity and stability, publikációra előkészítve.
- Szeifert, F., Chován, T., Nagy, L., Almásy, G. (2000). Rendszermodellek-Rendszeranalízis (Process Modeling), Veszprémi Egyetemi Kiadó, 4. 18-4.21.
- van Welsenaere, R.J., Froment, G.F. (1970). Parametric Sensitivity and Runaway in Fixed Bed Catalytic Reactors. Chemical Engineering Science, 25. 1503-1516.

JELÖLÉSJEGYZÉK

Jelölés	Jelentés	Mértékegység	Jelölés	Jelentés	Mértékegység
α^{GH}	A katalizátorágy és a köpenytér közötti hőátzármaztatási tényező	$\frac{W}{m^2 \cdot K}$	v_i	Sztöchiometriai együttható	-
A^{GH}	A katalizátorágy és a köpenytér közötti hőátzármaztatási felület	m^2	n_i	Anyagmennyiség áram	$\frac{mol}{s}$
B^G	Térfogati sebesség	$\frac{m^3}{s}$	p^G	Nyomás	Pa
c_p^G	A gázfázis hőkapacitása	$\frac{J}{kg \cdot K}$	r^G	Reakciósebesség	$\frac{mol}{kg \cdot s}$
$c_{1,i}, c_{2,i}, c_{3,i}$	A komponensek fajhőinek számítására szolgáló összefüggés állandói	-	R	Gázállandó	$\frac{J}{mol \cdot K}$
ΔH_r	A reakcióban felszabaduló hőmennyiség	$\frac{J}{mol}$	ρ^G	A gázfázis sűrűsége	$\frac{kg}{m^3}$
\underline{I}	Egységmátrix	-	t	Műveleti idő	s
\underline{J}	Jacobi-mátrix	-	T^G, T^H	A gázfázis, illetve köpenytér hőmérséklete	K
K_r	A termék keletkezésére vonatkozó egyensúlyi állandó	-	V^G	A gázfázis térfogata	m^3
λ	Jacobi-mátrix sajátértéke	-	x	Dimenziómentes hossz, $x \in [0, 1]$	-
M_i	A komponensek molekulatömege	$\frac{kg}{mol}$			

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Varga Tamás

Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék

8200, Veszprém, Egyetem út 10.

University of Pannonia, Department of Process Engineering

H-8200, Veszprém, Egyetem út 10.

Tel.: 36 88-624-447, Fax: 36 88-624-171

e-mail: vargat@fmt.uni-pannon.hu



Modellvezérelt modelltárház szövegszerű betöltés-mentés művelettel

Kilián I.

PTE-TTK Informatika tanszék, 7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk meghatározza a modellvezérelt technológia fogalmát, amelyben az alkalmazói adattömeg mellett az adatok egy modelljét is tárolják, módosítják, mentik és/vagy betöltik. A szoftver ezen rétegét modellszintnek, az ezt végző szoftverösszetevőt pedig modelltárháznak nevezzük. Ha magát a modelltárházat is modellvezérelt módon akarjuk megvalósítani, az a modellvezérelt alkalmazói szoftverekéhez hasonló előnyöket kínál. A modellszint futásidőben is módosítható, az egész felépítmény sokkal rugalmasabb és könnyebben testre szabható, mint egy monolitikus módon felépített szoftveré. Az UML négyrétegű metamodell szerkezetének alsó három szintje még nyilvánvaló – az alkalmazói adatok, az alkalmazás modellje, ill. a metamodell, a negyedik réteg igazi értelmét azonban éppen a cikkben részletezett modellvezérelt modelltárház létrehozása teheti világossá. Mivel egy ilyen szoftvercsomag modellszintje maga a metamodell, ennek a metaszintjét, vagyis a meta-metamodellt kell beprogramoznunk rögzítetten és változtathatatlanul. A cikk egy ilyen modelltárház kérdéskörét és szerkezetét elemzi, és a szövegszerű betöltés és mentés példáján keresztül bemutatja ennek két modellvezérelt műveletét.

(Kulcsszavak: objektum orientált tervezés, UML, modellvezérelt szoftverképzés, metamodell)

ABSTRACT

Model-driven model repository with textual save and load operations

I. Kilián

University of Pécs, Faculty of Sciences, Department of Informatics, H-7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

The article defines the concept of model-driven software, that is beyond the mass of application data, the software model of this data is also stored, modified, saved and/or loaded. This part of the software is called the model level, and the corresponding component is called the model repository. The idea, that the model repository itself should be also designed in a model driven way, has similar advantages, like ordinary model-driven software has. That is, its model level can be modified in run-time, and the architecture enables a greater flexibility and customizability, than the monolithic way of software development. The lowest three of the four layer metamodel structure of UML is straightforward –the application data, its software model and the metamodel. The point of the fourth layer can be just understood when we want to create a model-driven model-repository. The model level of such a software is the metamodel itself, that means the meta-metamodel is the layer that has to be programmed in, hard-coded and unchangeable. The article analyses the structure of such software, and as an example presents two model-driven operations: the textual loading and saving of models.

(Keywords: object oriented design, UML, model driven software, metamodel)

BEVEZETÉS

Majd tíz éves már az Object Management Group által a köztudatba dobott Unified Modelling Language (UML) szabványgyűjtemény. A szabványgyűjtemény az objektum-orientált technológia szellemi őregjeinek külön-külön létrehozott tervezési módszertanait foglalta egy közös, egyesített szerkezetbe (Rumbaugh et al., 1999). Az UML a tervezendő szoftver „modelljét” készíti el, majd a modell egyes vonatkozásait különböző „nézetek”, vagy diagramok segítségével jeleníti meg. Az UML azóta „de facto” szabvánnyá vált az objektumorientált világban, annyira, hogy egy szoftvergyártók egész sor CASE eszközt építettek rá. Azóta magának a szabványnak is továbbfejlesztései, ill. specializációi születtek.

Az egyik ilyen a „modellvezérelt szoftverkészítés” fogalmát rögzítő Modell Driven Architecture szabványgyűjtemény (Miller and Mukerji, 2001; Miller and Mukerji, 2003). Ez a szabvány azonban a kifejezés utótagját hangsúlyozza, azaz azt tárgyalja, hogyan hozható létre különböző platform és gépfüggetlen UML modellekből egy immár konkrét hardver- és szoftver környezetbe beültethető modell, ill. azután ebből hogyan hozható létre maga a szoftver. A jelen írásban viszont a kifejezés előtagjára helyezük a hangsúlyt: nem a szoftverkészítés modellvezérelt, hanem a kész szoftver. Vagyis azt tárgyaljuk: hogyan, milyen elvek szerint szervezhetők a modellszintet is magukban foglaló, „kétszintű” szoftverek, mit jelent, ha már a modellszintet is modellvezérelt módon akarjuk létrehozni. Legvégül pedig egy ilyen szoftver kísérleti létrehozásáról, ill. a megvalósítás gyakorlati tapasztalatairól számolunk be.

KÉTSZINTŰ, MODELLVEZÉRELT SZOFTVEREK ÉS A VARÁZSPÁLCÁ

A hagyományos szoftverkészítés egyszintű, monolitikus. A szoftverkészítés során kézhez kapjuk, vagy a megrendelővel való konzultációk során előállítjuk a szoftver leírását, specifikációját, ennek alapján elkészül a szoftver terve, vagy modellje, amely alapján a programozók beprogramozzák a szükséges műveleteket. Ez a folyamat nem teszi lehetővé a szoftver modelljének futásidejű módosítását, ez azonban a szoftverek nagy részénél nem is követelmény.

Egyes megrendelők azonban mindjárt a „varázspálcát” is be akarják programoztatni, ill. egyes esetekben a követelmények olyan mértékben rugalmas adatkezelést szabnak meg, amelyre nem lehet, de legalábbis nem érdemes az említett kötött szerkezetű, monolitikus szoftver fejlesztési modellt használni. Ilyen esetekben sokszor érdemes egy „modellvezérelt szoftver” létrehozását megfontolnunk.

Egy kétszintű, modellvezérelt szoftver az 1 ábrán látható részekből áll.

- A *modellszinten* a szoftver kezelte adatok modelljét tároljuk, A modell futásidőben is módosulhat, ezért ezen a szinten olyan műveleteket kell megvalósítanunk, amelyek a modell betöltését, mentését, esetleg az inkrementális módosítását lehetővé teszik. Ezen lehetőségek azonban csak képzett felhasználók által használhatók. A modellszint műveleteit megvalósító szoftver összetevőt *modelltárháznak* nevezzük.
- Az *adatszinten* modellvezérelt adatműveletek megvalósítása. Ezen műveletek megvalósítása erősen támaszkodik a modellben tárolt információkra, azokat értelmezi, interpretálja szemben pl. a modellből szoftvert létrehozó CASE eszközök lefordított, kompilált megoldásaival.
- Mindkét réteg támaszkodik egy *végso adattároló rétegre*, amely a programfutást túlélő (perzisztens) információk tárolásáért és kezeléséért felelős. Ez a réteg tárolja az adatszinten keletkező és használt adatokat, vagyis a példányinformációkat is, és itt tároljuk a példányoknak megfelelő modelleket magukat is.

1. ábra.

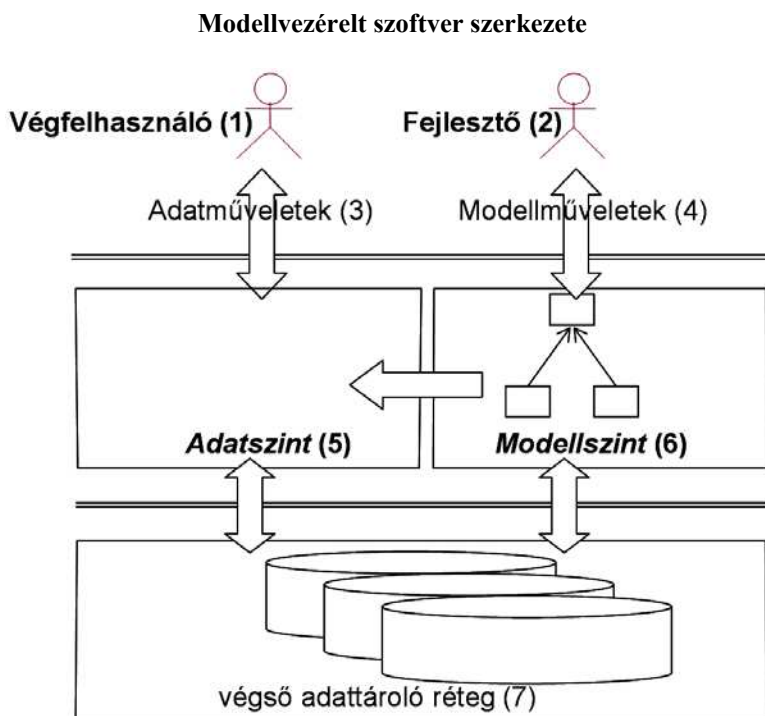


Figure 1. The structure of a model-driven software

End user(1), Developer(2), Data operations(3), Model management(4), Back end data storage(5)

Jellegzetesen modellvezérelt szoftverek a relációs adatbázis-kezelő szoftverek, bár ezek tervezésekor ezt a fogalmat még alig ismerhették. Itt a felhasználó, ha csak közvetve is, a konkrét adatokat lekérdező, ill. módosító (Data Query Language/DQL, Data Manipulation Language/DML) műveletekkel találkozik, amelyek futása erősen a beépített modell alapján, ill. annak vezérlésével történik. A modellszinten találhatók az adatsémát megadó (Data Definition Language/DDDL) műveletek, amelyeket jellegzetesen a fejlesztők, ill. az alkalmazásokat készítő szakember használhatnak.

Melyek lehetnek egy modellvezérelt szoftver készítésének az indítékai és mik az előnyei? Akkor érdemes a modellszintet ilyen módon elkülöníteni és az adatműveleteket a modellel interpretáltan vezérelni, ha az alábbi feltételek fennállnak:

- ha nemcsak a program adatszintjén, de a modellszinten is kívánunk műveleteket végezni
- vagyis ha a modell maga futásidőben is módosulhat
- ha a módosuló modell maga is eredménye/terméke a szoftvernek
- ha a szoftvert többféle környezetbe tervezzük, amelyek között a különbség éppen a modell különböző kialakításával ragadható meg. Vagyis a különböző telepítések esetében a szoftvert részben a modell megadásával szabhatjuk testre.

A MODELLTÁRHÁZ ÉS AZ UML 4 RÉTEGŰ METAMODELL SZERKEZETE

A modelltárház esetében tehát az adatszint az alkalmazói szoftver modellje. Ha közvetlen megvalósítást tervezünk, akkor tehát az alkalmazói modell modelljét, vagyis a szoftver tervező rendszerünk metamodelljét kell beprogramoznunk. Emiatt ez a megközelítés a nem ad lehetőséget a metamodell semminemű módosítására, vagy későbbi változtatására.

A modelltárház megvalósításánál a modellvezérelt megközelítést alkalmazásának több előnye is lehet. Ilyen esetben még a metamodellt is elkülönítve tároljuk, amely tárolás alapja a rendszer valamilyen elvonatkoztatás útján kapott meta-metamodellje, vagyis az UML metamodell szerkezet legelvontabb rétege.

A modellvezérelt szoftverek általános jellemzésekor felsoroltakon túli előnye egy ilyen megoldásnak, hogy *lehetőséget ad a metamodell változtatására* is. Erre vagy akkor lehet szükség, ha a követelmények nem teszik szükségessé a teljes metamodell ábrázolását. Az is előfordulhat, hogy a szoftver kifejlesztéséhez a metamodell bizonyos mértékű bővítése, pl. esetleg új metatulajdonságok hozzávétele szükséges.

Az alkalmazói adatok/alkalmazói modell/metamodell/meta-metamodell négyest az OMG alapján *négyrétegű metamodell szerkezetnek* nevezzük. A 2. ábrán látható fa csomópontjai között a „példánya” viszony áll fenn: az alkalmazói adattömeg példánya az alkalmazói modellnek, míg ez utóbbi modell példánya a metamodellnek. Általánosságban a faszerkezet n-ik szintjén levő modellek példányai az n+1-ik szintről feléjük mutató modelleknek. A faszerkezet azt is jelzi: a modellalkotási folyamatról függően egy adott példány- adatkészlethez többféle modell is létrehozható. A fa magassága elvben nem korlátos, a gyakorlatban azonban a meta-meta szintnél távolabbi elvonatkoztatásnak nincs jelentősége.

2. ábra

Az UML négyrétegű metamodell szerkezete

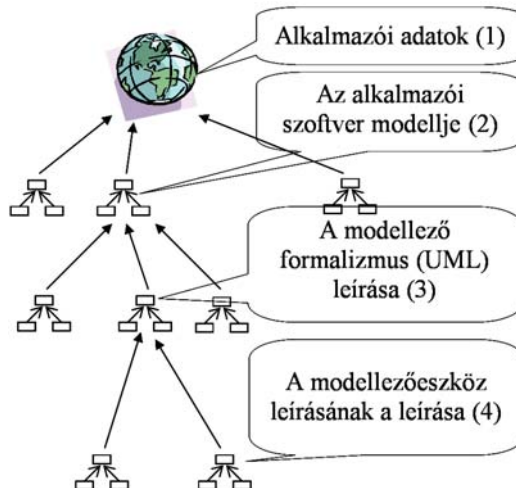


Figure 2. The four layered metamodel stack of UML

Application data(1), Application (software) model(2), Description of the modelling formalism (UML)(3), Description of the description of modelling tool(4)

METASZINTEK KEVEREDÉSE.

Modellvezérelten elkészített modelltárház esetében a következő érdekes kérdések merülhetnek fel.

1. Vajon összeegyeztethető-e a meta-metamodell a metamodellel magával. Ha a metamodell leírási módjában sajátmagát, vagy legalábbis valamely részhalmazát alkalmaztuk, akkor igen. Ilyen esetben a meta-metamodell adatszintje, vagyis a metamodell szintén összeegyeztethető a metamodell adatszintjével, vagyis az alkalmazói modellel, azzal, amelyet egy konkrét alkalmazói programhoz készítünk az adattárház segítségével.
2. Ha ez így van, akkor viszont maga a metamodell bevetíthető, mint a kezelt alkalmazói modell egy újabb csomagja, amelynek valószínűleg valamilyen rögzített nevet adunk. (Pl. az UML az OCL metamodellje számára az UML_OCL csomagnév használatát javasolja).
3. Ha a metamodellt magát, mint a tárolt és kezelt modell egyik csomagját tekintjük, akkor vajon módosítható-e a modelltárház eszközeivel maga a metamodell is? A válasz erre igenlő: ha egyszer a formátumok összeegyeztethetőek, és a metamodell bevetíthető a tárolt modell csomagjai közé, akkor bizonyára ugyanolyan eszközök szükségesek a módosításához is, mint bármelyik másik alkalmazói modellelem esetében.
4. Vajon mi történik egy ilyen módosítás hatására? A kérdés érdekes, a válasz és a megoldás nem kevésbé. A helyzet hasonló az önmagát akasztó hóhér, a magát operáló orvos, vagy a saját különböző részegységeit javító szerszámgép esetéhez. Bár egyes függelékeit a szerszámgép és az önjavító szoftver is kijavíthatja ilyen módon, általánosságban szólva azonban a *viselkedés megjósolhatatlan*. Éppen ezért az önoperálás nem szokásos, mert az, éppúgy, mint az önjavítás könnyen a javítandó rendszer összeomlásával járhat. A gyakorlatban ezért a hasonló eszközöket, pl. a modelltárházba bevetített metamodell-csomagot a legcélszerűbb *módosítás- és írásvédetten kivitelezni*. A 3. ábra ezt mutatja be SILan modelleíró nyelven (Benkő, 2000), amely egy UML alapon készült, egyébként C-hez hasonló nyelvtani szerkezeteket használó nyelv.

3. ábra

Az UML metamodell tartalmazó felhasználói modell

```
readonly package UML_META {
%...a metamodell elemei
%...
};
package UserModel {
%...az alkalmazói modell elemei
%...
};
```

Figure 3. The application model may also contain the UML metamodel

METAMODELL-VEZÉRELT MENTÉS ÉS BETÖLTÉS

A modelltárház adatszintjén elvégezhető modellvezérelt műveletek igen sokrétűek lehetnek. Mégis, talán a *legalapvetőbb a mentés-betöltés művelet*, amelyet még a legszegényebb megvalósításban és célszerűnek látszik kivitelezni.

UML modellek mentésére és betöltésére már az OMG is adott javaslatot: ez a Human Usable Textual Notation (OMG, 2004). A HUTN azonban nem a meta-modellhez, hanem egy vezérlő adatszerkezethez köti a betöltés-mentés műveletpár megvalósítását, amelyben az adatszerkezet a művelet és a szöveg nyelvtanának paraméterezésére használható.

A metamodellvezérelt megoldás ennél rugalmasabb nyelvtanmegadást tesz lehetővé. Ehhez a következő feltételezéseket tesszük:

Modellhez kötött nyelvtanmegadás

A modellhez kötött nyelvtanmegadás *minden modellosztályhoz köt egy azonos nevű nemterminálist és az azt vezető környezetfüggetlen(-szerű) nyelvtani szabályt*. Egy ilyen szabály a modellosztályhoz rendelt nemterminálist annak tulajdonság- és részobjektumtípusaihoz rendelt nemterminálisokká, ill. egyes terminális szövegkonstansokká vezeti le.

A nyelvtant a környezetfüggetlen eszközöket természetes és intuitív módon kiterjesztő *metanemtermináliskészlet* segítségével adjuk meg. A nyelvtani szabály jobboldalának a megadása az adott metamodell-elemhez kötött név-érték pár (tagged value) segítségével történik. Az itt használható metanemterminális-készlet bizonyos nemterminálisok használatát segíti, elsősorban az osztálytulajdonságok és összetételek többszörösségeit és ismétlődéseit is figyelembe vevő elemkészletet tartalmaz. Jellemző elemei a következők:

LISTOF (Nonterminal, Begin, Separator, End) ...ahol „Nemterminális” a tartalmazó osztály egy tulajdonságához vagy részobjektumához rendelt nemterminális, amelynek 1-nél nagyobb a többszörössége. „Begin”, „Separator” és „End” pedig a többszörös tulajdonságértékből képzett listát nyitó és csukó zárójel, ill. az elemeket elválasztó jel.

IFTHEN (Cond, Then) ...ahol „Cond” egy Boolean értékű tulajdonságérték, „Then” pedig az a kifejezés, amelynek Cond teljesülése mellett a szabálybehelyettesítéskor elő kell fordulnia.

IFTHELSE (Cond, Then, Else) ...az IFTHEN szerkezethez hasonló, amelyben a feltétel hamis értékére is megadunk egy lehetséges generálandó szövegelemet.

A fentiek bemutatására nézzünk egy példát, ismét SILAN nyelven (4. ábra). A Package metamodell-osztálynak egy azonos nevű nemterminális felel meg. Az osztály „syntax” név-érték párja ezt a nemterminálist vezető szabály jobboldalát adja meg. A jobboldal elemei között találhatók tulajdonságnevek (comment, name), és a LISTOF metanemterminális, amely az „ownedElement” navigációs kifejezésből a „{” és „}” listazárójelekkel és a „,” elválasztójellel képzett listát írja le.

SZÖVEGGENERÁLÁS ÉS NYELVTANI ELEMZÉS

A két feladat közül a szöveggenerálás az egyszerűbb. Az ezt végző eljárás paraméterként kapja meg a kigenerálandó példányt magát, és a metaosztályból vett „syntax” név-érték pár értékét. A szöveggenerálás feladata ezen nyelvtanleíró string értelmezését jelenti, amelynek végrehajtása kézenfekvő.

4. ábra

A LISTOF nyelvtanleíró szerkezet alkalmazása az UML metamodellben

```

class ModelElement;

class Package:modelElement {
    attribute String comment;
    attribute String name;
    tagged value syntax='comment, "package", name,
LISTOF(ownedElement, "{", ":", "}")';
};

association {
    connection Package as owner navigable;
    connection ModelElement composite as ownedElement navigable;
};

```

Figure 4. Applying the LISTOF syntax description tag in the UML metamodel

A szövegfelismerés kicsit bonyolultabb feladat. Az ezt végző eljárás eredményképpen a felismert struktúrát is visszaadja. Ez a Prolog DCG eszközhöz hasonló módon működik, a különbség csupán a metanemterminálisok különleges kezelési módja.

TAPASZTALATOK ÉS JÖVŐBELI TERVEK

A leírt szoftver Prolog programnyelven készült az SWI-Prolog rendszer segítségével. Maga a programkód – a kísérleti jellegéből fakadóan is – párszáz – ezer sornál nem hosszabb. Ennek ellenére a program tesztelése és hibajavítása a szokásosnál lényegesen több bajjal járt. Ennek oka legvalószínűbben éppen a beépített metasztintugrásban keresendő, amely intuitíven a szoftver egy szinguláris pontjaként fogható fel. A szinguláris pont pedig, mint a komplex függvénytanban vagy a káoszelméletben, a szoftver viselkedésében divergenciát, megjósolhatatlanságot jelez, a szinguláris pont közelítése pedig általában instabilitást eredményez.

A dolog gyakorlati oldalát illetően, bár a leírt módszereket valamilyen konkrét ipari vagy mezőgazdálkodási folyamatra sosem alkalmaztuk, a szoftver-iparban történő alkalmazására rengeteg lehetőség nyílik. Többek között a leírt kikristályosított megoldások alapjául – előtanulmányként is – konkrét szoftverkészítési vagy -tervezési megrendelések szolgáltak.

A leírt eredményeket kétféle irányban lehetne továbbfejleszteni. Izgalmas kihívás lenne a metasztintugrást alkalmazó szoftverek elméleti hátterének tisztázása és kidolgozása matematikailag csiszolt formában.

A szerző alapvetően mérnöki hozzáállásának azonban inkább a metamodellvezérelt modell- és adatmigrációs eszközök további fejlesztése felelne meg, a „szemantikus bootstrapnak” nevezett, egyelőre még inkább csak ötletszinten megfogalmazott elképzelések kidolgozásával. Ennek teljes megvalósítása különböző metamodellű rendszerek közötti migrációs technika lehet, mindazonáltal korlátozott értelemben a leírt eredmények is tekinthetők a szemantikus bootstrap első megvalósíthatósági

tanulmányaként is, amelyben a célkörnyezet nem metamodellel, hanem csupán szövegszerű átalakítási szabályokkal van megadva.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A leírt munka lazán kapcsolódik az IQSYS Rt által vezetett Sintagma kutatási projekthez, ez, ill. elődje a SILK projekt adta az elkészítéséhez a legfőbb ösztönözést is. Köszönetemet szeretném ezért kifejezni a projekt vezetőinek, munkatársaimnak, elsősorban Krauth Péternek és Szeredi Péternek.

IRODALOM

- Miller, J., Mukerji, J. (2001). Model Driven Architecture. OMG Document.
Miller, J., Mukerji, J. (2003). MDA Guide Version 1.0. OMG Document.
Rumbaugh, J., Jacobson, I., Booch, G. (1999). Unified Modelling Language Reference Manual. Addison-Wesley-Longman Inc.
Benkő, T (2000). SILAN – the SILK language. IQSOFT, Hungary
OMG Specification (2004). Human Usable Textual Notation (HUTN) Specification. Object Management Group.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Kilián Imre

Pécsi Egyetem Természettudományi Kar, Informatika tanszék
7624, Pécs, Ifjúság u. 6.
University of Pécs, Faculty of Sciences, Department of Informatics
H-7624, Pécs, Ifjúság u. 6.
Tel.: 36-72-503-697
e-mail: kilian@gamma.ttk.pte.hu



Számítógépes részegységek ipari körülmények közötti tesztelésének rövid távú tapasztalatai

Molnár¹ S., Lágymányosi¹ A., Tímár¹ T., Dezső¹ O., Tokai² Z.

¹Szent István Egyetem, Informatikai és Matematikai Intézet Informatika Tanszék, 2103 Gödöllő, Páter K. u. 1

²KUKA Robotics Hungária Ipari Kft. 2103 Gödöllő, Páter K. u. 1,

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ipari folyamatok irányítására és vezérlésére alkalmazott számítógépek körében egyre elterjedtebb a kommersz PC-k alkalmazása. A nem ipari eszközök alkalmazása viszont felveti a kérdést, hogy az alkalmazott számítógép, a szobai 20 °C-os környezettől eltérő körülmények között mennyire működik megbízhatóan. Ezen problémakör vizsgálatára fejlesztettünk ki egy olyan tesztrendszert, mely arra alkalmas, hogy a számítógépek egyes előre meghatározott részegységeit nagy darabszámban vizsgálja, előre definiált klimatikus körülmények között. A cikkben bemutatjuk a szerver és kliens programokat, a szerver és kliens közti kommunikációt, a hálózaton keresztül történő BOOT-olás folyamatát. Tárgyaljuk a tesztadatok tárolásának adatmodelljét, a tesztprogram és az egyes részegységek tesztjének működését és a HDD tesztek rövid távú tapasztalatait. (Kulcsszavak: irányítás, teszt, szoftverfejlesztés, adatbázis)

ABSTRACT

Short-range experiences of PC elements tests in the industrial circumstances

S. Molnár¹, A. Lágymányosi¹, T. Tímár¹, O. Dezső¹, Z. Tokai²

¹Szent István University, Department of Informatics, H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

²KUKA Robotics Hungary Industrial Ltd. H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Today personal computers are widely used for control of industrial processes. Applying not industrial devices raises the question that using a mass-produced computer how reliable among circumstances different from the normal 20 °C. To solve this problem we developed a software package, which is suitable for testing various parts of a PC in large number of pieces between predefined climatic circumstances. In this article we demonstrate programs both on server and client side, communication between the server and the clients, and the boot process from the network. We shows the data model of storing test results, the mechanism of the test process and working of the programs and the short-term results of HDD tests.

(Keywords: control, test, software development, database)

BEVEZETÉS

A számítógépek működését - ugyanúgy, mint más komplett rendszerként üzemelő berendezés esetében - nagymértékben befolyásolja az („leggyengébb láncszem”) egyes részegységek megbízhatósága. A kereskedelembe kapható PC-k esetében ezek a kritikus elemek lehetnek a HDD-k, a processzorok esetleg a memóriák stb. A

számítógépek egyre inkább felkészítettek mind hardver mind szoftver oldalról a jelentkező hibák előjelzésére esetleg kiküszöbölésére is. Fontos szempont, hogy az adott PC-n futó alkalmazás megállásának vagy felfüggesztésének nem azonosak a következményei egy egyszerű munkaállomásnál és egy szerverként használt számítógépnél. A gyártási folyamatok részeként üzemelő számítógépek esetében, ez különösen kritikus lehet akár az egész folyamat egészére vonatkozóan is. Ezek alapján célként fogalmazható meg, hogy a lehetőségekhez képest használjuk a legmegbízhatóbb eszközöket. A gyártó cégek saját gyártmányukat természetesen tesztelik, de még ennek ellenére a beszerzett azonos sorozatú egységek megbízhatósága is bizonyos szórással bír. A sorozat azon elemei, amelyek pl. a magasabb hőmérsékleti tartományokban nem működnek megbízhatóan potenciális veszélyt jelentenek a későbbi rendszer működésére vonatkozóan.

Feladat tehát megvizsgálni az egyes egységeket a kritikusnak tekintett körülmények között. A számítógépek különböző részegységeinek tesztelésére természetesen akár ingyenesen hozzáférhető programok is rendelkezésre állnak és a megfelelő klimatikus körülmények biztosítása mellett, esetenként ezek kellő információt szolgáltathatnak az adott eszközre vonatkozóan. Ahhoz azonban, hogy egy ilyen program működjön komplett összeszerelt, operációs rendszerrel ellátott számítógépre van szükség. Ezekkel a szoftverekkel és a komplett számítógépekkel viszont nem lehetséges a számítógépek nagy darabszámban történő hatékony vizsgálata, nem is beszélve arról az esetről, ha pl. csak CD meghajtót szeretnénk nagy darabszámban vizsgálni.

A KUKA Robotics Kft., nagy darabszámban használ PC alapú számítógépeket robotvezérlésre. A nagy értékű robotok irányítására és vezérlésére használt számítógépek meghibásodása, jelentős probléma forrása lehet. Ennek megfelelően minden, a robotok vezérlésére készített számítógépet külön erre a célra kifejlesztett rendszerrel tesztelnek. A vezérlőberendezésbe azonban időnként szükséges különböző egységeket cserélni. A cserélendő eszközt, beépítése előtt szintén szükség szerű tesztelni, ehhez a komplett számítógép tesztelésére alkalmazott eszközrendszer alkalmazása nem hatékony.

Célként került megfogalmazásra egy tesztrendszer kidolgozása, amely megoldást nyújt a nagy darabszámú tesztelés hatékony végrehajtására a meglévő eszközrendszer felhasználásával.

A jelenleg alkalmazott rendszer képes a komplett számítógépek klimatikus tesztelésére. A tesztelés során a hőmérséklet tekintetében előre programozott klímakamra képes ellátni a számítógépeket tápfeszültséggel és egy szerver számítógéppel közvetlen hálózati kapcsolatot biztosít. A tesztrendszerrel, a számítógépekhez rendszeresített és szabványosan alkalmazott aranyozott gyengeáramú villamos csatlakozások kerültek alkalmazásra. Ezek az érintkezők ill. csatlakozók a vizsgált hőmérséklettartományban megbízhatóan biztosítják a kis átmeneti ellenállású elektromos kapcsolatot.

A TESZTELENDŐ RÉSZEGYSÉGEK

A tesztelendő egységek viszonylatában fontos meghatározni az eszköz azonosítóit, valamint azokat a paramétereket, melyek alapján az adott eszköz állapotára jellemző tulajdonságok megadhatók. Mivel az egyes tulajdonságok lekérdezésre vonatkozó utasítások gyakran függnek a konkrét eszköztől, fontos meghatározni a vizsgálandó berendezés pontos típusát is.

A robotvezérlő számítógép részegységeinek cseréjét figyelembe véve a kifejlesztett rendszer a következő egységek tesztelésére alkalmas:

- Merevlemez meghajtó (HDD)
- Hajlékonylemez meghajtó (FDD)
- CD meghajtó (CD drive)
- Tápegység (Power Supply)
- Alaplap (motherboard)
- Központi processzor (CPU)
- Operatív memória (DDR-RAM)
- Hálózati vezérlő (Network controller)

Az elkészült rendszer a fent felsorolt eszközök tesztelésére lett kifejlesztve. A konkrét típusokat természetesen előre meg kellett határozni, mert nem csak az egyes gyártók között vannak eltérések a hardverszintű utasítások terén, hanem azonos gyártó más-más sorozatú eszközei esetében is. Ez nem azt jelenti, hogy a rendszer csak egy-egy konkrét HDD, vagy FDD tesztelésére alkalmas, de az utasítások közti különbségek miatt csak bizonyos paraméterek leolvasása lehetséges a rögzített típusú eszköztől eltérő esetben (Zachár, 2005). Ez azért is lényeges, mert például bizonyos meghajtók több, mások kevesebb lekérdezhető paraméterrel rendelkeznek. Tehát újabb eszköz teljes tesztelése a rendszer programjában történő beavatkozással lehetséges. A rendszer hardverkiépítése egy ezt megelőző cikkben részletesen tárgyalásra került (Molnár, 2005).

A TESZTRENDSZER ADATBÁZIS MODELLJE

A kiválasztott eszközöknek megfelelően létre kellett hozni egy olyan adatmodellt, amely alkalmas a részegységekről kapott adatok olyan formában történő tárolására, hogy a kiválasztott tetszőleges eszköztől a tesztfolyamat közben vagy annak befejeztével, akár egy későbbi időpontban is le lehessen kérdezni a tesztek eredményét. Az azonosító adatok és a hozzájuk tartozó tesztadatok hosszú idejű tárolása az ellenőrizhetőség és a minőségbiztosítás szempontjából is fontos feladat.

A számítógépes tesztrendszer MySQL adatbázisszerveren tárolt adatok logikai modelljét hivatott bemutatni az 1. ábra. Az ábrán a fizikai méretek miatt nem lehetséges a teljes mezőlista bemutatása.

A RENDSZER MŰKÖDÉSÉNEK FOLYAMATA

Az első lépés a tesztelni kívánt alkatrészek csatlakoztatása a kerekeken guruló rack állványra (2. ábra). Az egyes eszközök csatlakoztatását egy-egy PC alapú működőképes alaplap segítségével valósítjuk meg (3. ábra) (Molnár, 2005).

Maga a tesztelés a szerveren kezdődik. Először a tesztprogram Tesztek paneljén egy új tesztet hozunk létre, aminek státusza „Indításra váró” lesz, és kiválasztjuk, hogy milyen részegységet szeretnénk tesztelni. Ezután beazonosítjuk a tesztelni kívánt eszközöket, amely az egyes pozíciókra csatlakoztatott eszközök vonalkódjainak leolvasását, és a szériaszámok beírását jelenti. A teszt indítása bejegyzi az adatbázisba a teszt kezdő időpontját, a státuszát pedig „Aktív”-ra állítja. (4. ábra)

Ezután a rack állvány bekerül a klímakamrába, rákötjük a hálózatra és bekapcsolhatjuk a tápellátást, amelyet innentől egy számítógép automatikusan vezérel. A kliens gépek bekapcsolás után a hálózatról boot-olnak. Minden gép kap egy IP számot a DHCP szervertől annak érdekében, hogy TCP/IP alapon kommunikálhasson a szerverrel.

Az image fájl letöltése után, az init szkript létrehoz egy ramdrive-ot, majd az így létrejött tároló területre http kapcsolaton keresztül letölti a szerverről a rendszer fő állományát, és a tesztrendszer mini image-ét, és felcsatolja ezeket a fájlrendszerbe, majd átadja a vezérlést a rendszerindító folyamatnak. Elindulnak az alapvető működéshez szükséges folyamatok, és legvégül a rendszer meghívja a teszt szoftver indító állományát. A program első dolga, hogy megállapítsa, hogy melyik tesztet kell futtatni. Ezt a szerver adatbázisának lekérdezésével tudja eldönteni, majd elindítja a megfelelő tesztprogramot. A teszt ellenőrzi a részegységeket, az eredményeket pedig, vagy XML formátumban egy fájlba írja a ramdrive-ra, vagy közvetlenül a MySQL szerveren lévő adatbázisba teszi. A tesztelési folyamat egy paraméterként megadható időtartamú várakozás után megismétlődik, miközben a klímakamra hőmérséklete előre programozható időzítés szerint változik. Ezáltal különböző hőmérsékleti viszonyok között tudjuk vizsgálni a részegységek hibátűrő képességét. Amennyiben a teszt státusza „Aktív”-ről „Kész”-re változik, akkor ez a teszt befejeződik, és az indító szoftver visszakapja a vezérlést, ami lehetővé teszi egy új teszt indítását. (5. ábra)

A szerveroldali tesztprogram mindeközben folyamatosan fut, és rendszeres időközönként kiolvassa a legfrissebb teszteredményeket a MySQL adatbázisból, vagy a kliens gépek ramdrive-jaiból, és ezeket az eredményeket mindjárt meg is jeleníti a grafikus felületén. Ez automatikusan történik egészen a teszt leállításáig. Amennyiben a tesztelés során valamelyik kliens gép meghibásodik, az a szerveroldalon kapcsolódási hibaként fog megjelenni. Ebben az esetben az adott géphez csatlakoztatott részegységek, újra tesztelésre kerülnek egy másik pozícióban, az elromlott kliens gépet pedig kicserélik.

1. ábra

Az alkalmazott adatbázis szerkezete

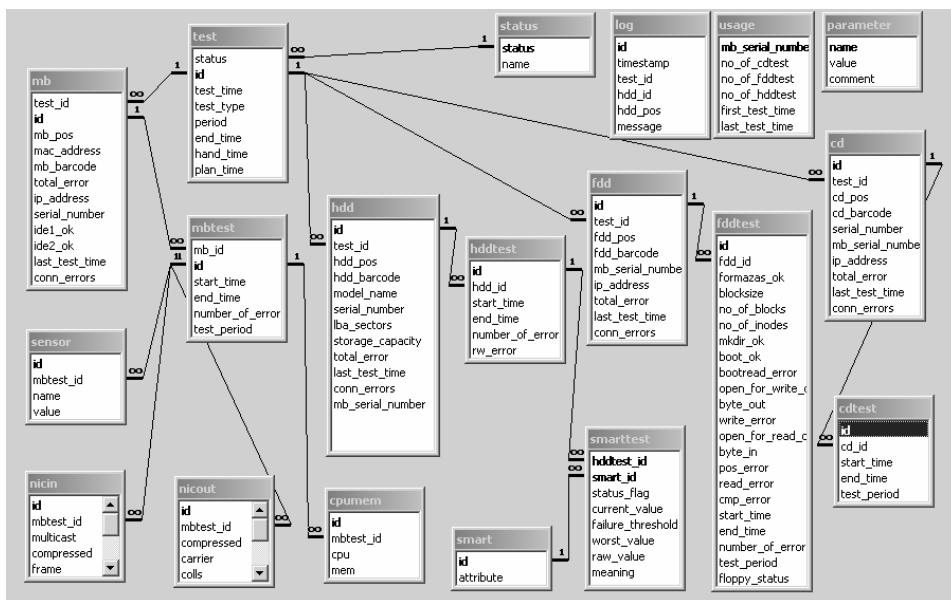


Figure 1: The applied database structure

2. ábra

A csatlakozókkal ellátott mozgatható állványok



Figure 2: The applied holders with connectors

3. ábra

A teszteléshez használt számítógép

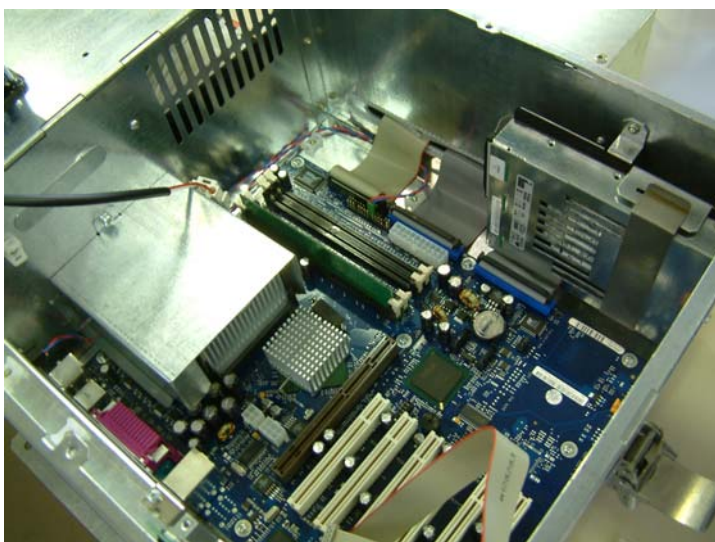


Figure 3: The applied computer for tests

4 ábra

A tesztelés folyamata a szerveren

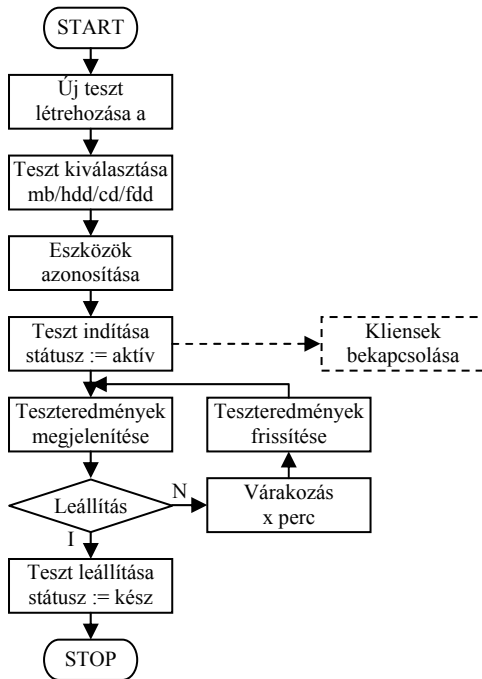


Figure 4: Flow chart of test process on the server

5 ábra

A tesztelés folyamata a kliens oldalon

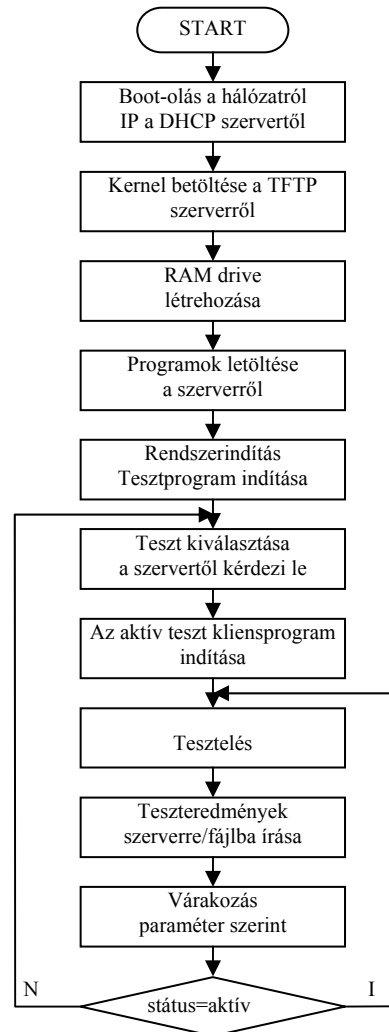


Figure 5: Flow chart of test process on client side

Meg kell jegyezni, hogy az eredmények a program segítségével nem csak tesztelés közben, hanem később is ellenőrizhetők, mivel a MySQL adatbázisban tároljuk azokat. Az adatbázis mentése illetve visszatöltése természetesen meg van oldva, ami történhet a helyi merevlemezre vagy CD-re, ráadásul az adatok XML formátumban tömörítve is exportálhatók.

SZERVER OLDALI ALKALMAZÁS

Tesztelési folyamatok

A tesztrendszer működésének tárgyalásához szükséges bizonyos kifejezéseket definiálni. Az itt alkalmazott fogalmak a következők:

- Tesztfolyamat:* a teszt indítása és leállítása közötti folyamat. (Test tábla)
Teszteredmény: egy tesztfolyamat ideje alatt keletkezett mérőszámok összessége. (CD, FDD, MB... stb. táblák)
Elemi teszteredmény: egy konkrét időpontban létrejött mérőszámok összessége. (CDTEST, FDDTEST, HDDTEST.... stb. táblák)

Teszttypusok

HDD Teszt

A Tesztfolyamat során a szerveralkalmazás a kliens gépeken hddtest program által generált és clientest.jar alkalmazás által az adatbázisba írt elemi teszteredményeket (text fájl) jeleníti meg.

MB Teszt

A Tesztfolyamat során a szerveralkalmazás - paraméterben rögzített - időközönként adatbázisba írja a kliens gépek webszerverén található (a lekérés pillanatában létrejövő – XML formátumú) elemi teszteredményt.

Kézi zárás: a tesztfolyamat második része, melynek során a kliens gépek billentyűzet, egér, és IDE működéseinek tesztelése történik az idetest.jar program által (felhasználói közbeavatkozás útján).

FDD Teszt

A Tesztfolyamat során a szerveralkalmazás - paraméterben rögzített - időközönként adatbázisba írja a kliens gépek webszerverén található (fddtest program által generált - XML formátumú) elemi teszteredményt.

CD Teszt

A Tesztfolyamat során a szerveralkalmazás - paraméterben rögzített - időközönként adatbázisba írja a kliens gépek webszerverén található (a lekérés pillanatában létrejövő – XML formátumú) elemi teszteredményt.

A TESZTELÉS RÖVIDTÁVÚ ERDMÉNYEI

A tesztek 48 órán keresztül zajlanak. Az időszak kezdetén 5 °C-ra kerülnek lehűtésre az eszközök majd 1 óra üzemidőt követően egy dinamikus felfűtési periódus után a rendszerhőmérséklet 50 °C-ra emelkedik, és itt marad a tesztperiódus végéig. A hőmérsékleti értékek és időtartamok is programozhatók. A hűtésről, illetve az egyenletes hőmérséklet eloszlásról a rendszeresített klímakamra nagyteljesítményű ventilátorai gondoskodtak.

A tesztrendszer elkészültét követő tesztperiódus után, a gyár kiszállítandó részegységekre vonatkozó igényei alapján kell a tesztek végrehajtani. Ennek megfelelően nagy darabszámú teszteredmény jelenleg csak HDD-re áll rendelkezésre. A tesztelt HDD-k típusa FUJITSU MHT2030AR a gyári eredeti tokozásban került beépítésre. A merevlemezek a teszt során különféle terhelési próbáknak vannak kitéve, amelynek során szekvenciális írási és olvasási műveleteket végzünk, illetve véletlen

szerű fejmozgatásokkal teszteljük a HDD-k pozicionálási képességét és teherbírását. Ezek eredményei a SMART tesztből kiolvashatók. A tesztelésre került HDD-k esetében 2686 db hibátlan eszközre 15 db hibás jutott. A meghibásodások mindegyike a magas 50 °C-os környezeti hőmérsékleten következett be. A hibás HDD-k mindig újra lettek tesztelve egy másik tesztpozícióban és csak ezt követően kerültek hibás megjelölésre. A tesztek során többször előfordult, hogy a rendszer egyes elemeinek rossz csatlakozásai miatt jelzett a rendszer hibás működést. Ezt könnyen fel lehetett ismerni az üresen maradt adatsorokból. Ilyen esetben is a teszt ismételt végre lett hajtva az eszközök más tesztpozícióba helyezését követően.

A meghatározott cél a tesztelés során az volt, hogy a robotvezérlő számítógépekbe szánt HDD-k esetleges hibái felfedezésre kerüljenek. Ennek oka, hogy a beépítés után tönkremenő alkatrész a gyártási folyamat részeként üzemelő számítógép leállítását eredményezi. Ebben az esetben viszont komoly termelési kieséssel kell számolni, ami anyagilag is jelentős veszteségeket okoz. A hibák kiváltó okai statisztikailag nem kerültek vizsgálatra, mivel a komplex rendszer működése szempontjából nincs jelentősége. A hibás alkatrészek selejtként a gyártóhoz kerültek. A cikk készítésének időpontjában a már tesztelt és beépített HDD-k meghibásodási arányára még nem állt rendelkezésre megfelelő számú adat.

6. ábra

Hiányos adatsorok a hibás csatlakozás következményeként

HDD-k										
Tipus	ID	Ka...	P...	Vonalkód	Modell név	Szériaszám	UJA szel...	Kapacitás	Állaplap széri...	Hib...
hdd	3139	✓	0	1	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3140	✓	0	2	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3141	✓	0	3	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3142	✓	0	4	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3143	✓	0	1	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3144	✓	0	2	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3145	✓	0	3	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3146	✓	0	4	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3147	✓	0	1	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3148	✓	0	2	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3149	✓	0	3	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3150	✓	0	4	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3151	✓	0	1	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3152	✓	0	2	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3153	✓	0	3	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3154	✓	0	4	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3155	✓	0	1	✓	00128...	0	0	15578936	✓
hdd	3156	✓	0	2	✓	00128...	0	0	15578936	✓

Figure 6: Rows with missing data as a result of connection error

Összefoglalóan megállapítható, a rendszer a tervezetben szereplő részegységek tesztelésére alkalmas, és képes a tesztadatok mentésére olyan struktúrában, hogy később is vissza lehessen vele keresni a hiba okát, akár a tesztrendszerrel távoli számítógépen is.

Kiszűrhető vele az adott berendezés rossz működése, és az esetlegesen magában a rendszerben keletkező vagy a kezelő által okozott hibától azokat el lehet különíteni.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A projekt a KUKA Robotics Hungária Ipari Kft. támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- Bradley, L.J. (2004). JAVA mesteri szinten 21 nap alatt. Kiskapu Kft. : Budapest
- Louis, D., Müller, P. (2002). Webvilág Java Belépés az Internetprogramozás világába. Panem.
- Nyékiné G.J. (2001). Java 2 útikalauz programozóknak 1.3 I-II. kötet. ELTE TTK
- Zachár A. (2005). Merevlemez meghajtók tartóssági tesztjei, a SMART rendszer gyakorlati alkalmazásai. Informatika a felsőoktatásban konferencia, Debrecen, 2005 aug. 24-26.
- Molnár S., Lágymányosi A., Tímár T., Dezső O. Szölösi Zs., Tokai Z. (2006). Szoftver-fejlesztés a személyi számítógépek ipari körülmények közötti alkalmazhatóságának vizsgálatára. Acta Agraria Kaposváriensis 10. 1. 207-215.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Lágymányosi Attila

Szent István Egyetem, Matematikai és Informatikai Intézet, Informatika Tanszék
2103, Gödöllő, Páter K. u. 1

Szent István University, Department of Informatics

H-2103, Gödöllő, Páter K. u. 1.

Tel.: 36-28-522-051 Fax: 36-28-410-804

e-mail: lagymanyosi.attila@gek.szie.hu



Egy nagyobb méretű metabolikus modell kifejlesztése Modell leírás és előzetes eredmények

Varga M.

Kaposvári Egyetem, Informatika Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Távlati célunk az emberi, állati sejten lejátszódó metabolikus folyamatok minél teljesebb körű identifikálása, és az így felépített modell konkrét feladatok megoldására való alkalmazása (például bizonyos gyógyszerek vagy toxinok hatásának megismerése, stb.). Munkánk során a generikus kétrétegű háló modellnek megfelelő új szoftver architektúra alapján készített dinamikus szimulátorból és a többszempontú genetikai algoritmusból álló programrendszerrel kezdtük meg egy metabolikus hálózat modell identifikálását. A rendelkezésre álló kisszámú mérést, valamint a hiányos és bizonytalan ismereteket az együttműködő szakértőkkel (Vanderbilt Egyetem, Integrált Biorendszer Kutató és Oktató Intézet, TN, USA) folyamatosan egyeztetve iterációs módon próbálunk hasznosítható modellt fejleszteni. Jelen munkában egy konkrét mérések alapján készülő szimulációs modell kialakításának első lépéseiről és jelenlegi eredményeiről számolunk be.

(Kulcsszavak: metabolikus folyamatok, identifikálás, generikus szimulátor, genetikai algoritmus)

ABSTRACT

Development of a Large-scale Metabolic Model Model Description and Preliminary Results

M. Varga

University of Kaposvar, Department of Information Technology, Guba S. 40., Kaposvar, H7400

Final goal of this work is the more detailed identification of the metabolic processes in the human or animal cells. The computer models are to be applied to solve practical tasks, e.g. in studying the effect of the drugs and toxins. Recently we have started the identification of a large-scale metabolic model by means of the generic bi-layered net model based simulating software, combined with the multiobjective genetic algorithm. Considering the limited set of available measurements, as well as the ill-defined and uncertain knowledge, the development of the model is based on a continuous consultation with the field experts (Vanderbilt Institute of Integrated Biosystem Research and Education, Vanderbilt University, TN, USA). Present work reports about the first steps and the present state of the development of a simulation model on the basis of a published data set.

(Keywords: metabolic processes, identification, generic simulator, genetic algorithm)

BEVEZETÉS

A sejten lejátszódó folyamatok, a különféle szervezetre hasznos vagy káros anyagok (gyógyszerek, toxinok) hatásának megismerése iránti igény vetette fel a sejtfolyamatok minél teljesebb körű modellezésének szükségességét (Wikswó *et al.*, 2006). A metabolikus modell

identifikálásához egyrészt a generikus szimulátorral együttműködő genetikus algoritmus teremtette meg a szükséges alapot, másrészt nélkülözhetetlenek voltak az adott szakterület (jelen esetben a biológia, biokémia) szakirodalmából, illetve közvetlen kommunikációból származó ismeretei is. Ezek sokszor bizonytalanok és csak igen korlátozott mennyiségben állnak rendelkezésre. A korlátozott mennyiségű ismeretet a rendelkezésünkre álló „számítógépi tudással” kombinálva próbálunk eljutni az egyre pontosabban identifikált sejtmodellhez.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Modell kifejlesztés

A metabolikus modell felépítése során az alábbiakban felsorolt információk álltak rendelkezésre, melyek segítségével lépésről lépésre tudtunk előre haladni:

1. Mérési adatok
2. Modell bázisú logikus következtetések, melyek a munka során kerülnek felszínre
3. Szakirodalmi adatok
4. Szakértői becslések, vélemények, kvalitatív megfigyelések

Az előbbieken felsoroltak közül a kevés, de konkrét számszerű adat azokból a mérési eredményekből állt rendelkezésre, melyeket az együttműködő szakértői csoport végzett (Eklund *et al.*, 2004). Az ún. mikrofiziométer gyors, dinamikus mérést tesz lehetővé, melynek lényege a következőkben foglalható össze. 3 uL térfogatban 1.74 uL mennyiségű sejt kultúra (kb. 300 ezer sejt) van, és 1.26 uL extracelluláris folyadék. Az extracelluláris téren meghatározott összetételű RPMI oldatot vezetnek át. 90 másodpercenként végzett dinamikus mérésekkel határozzák meg az extracelluláris folyadék glükóz és oxigén, illetve laktát koncentrációját, valamint az úgy nevezett savanyodási sebességet. A mérési eredményekből számítottuk a sejtek glükóz és oxigén fogyasztását, valamint a sejtekből az extracelluláris térbe áramló laktát és proton mennyiségét.

A modell identifikálásának első lépése az, hogy meghatározzuk azokat az „építőelemeket” (komponenseket) és elemi folyamatokat (reakciókat és transzportokat), amelyeket figyelembe veszünk az identifikálás során. Ez alapvetően a vonatkozó szakirodalom alapján történt (Michal, 1999; Nicholson, 2003). A munka egyik érdekes tapasztalataként említhetjük meg, hogy egy kezdeti részletesebb struktúra kidolgozása nagy segítséget nyújtott ahhoz, hogy megértsük a különféle sejt folyamatok összefüggéseit, kapcsolódási pontjait, illetve a folyamatok működési mechanizmusait. A részletesebb struktúrából kiindulva viszont már könnyebb volt a folyamatok lényeges jellemzőit tartalmazó leegyszerűsített váz meghatározása, amely az 1. ábrán látható.

Az ábrán lévő kör alakú gráfpontok a komponenseket, a vonalka alakú gráfpontok a reakciókat, illetve transzportokat jelölik, a gráfélek pedig az elemek közti lehetséges utakat, az egyes elemi folyamatok által okozott csökkentéseknek illetve növekedéseknek felelnek meg. A nem irányított gráfélek arra utalnak, hogy a kapcsolódó elemi folyamat mindkét irányban lejátszódhat ugyanannak az enzimnek a segítségével.

Az identifikálás során az 1. ábrán is látható módon a sejtet funkcionálisan különböző részekre (kompartimentekre) bontottuk, és ezen részek százalékos arányait a vonatkozó szakirodalmi adatok alapján (Voet *et al.*, 2006) a következőképpen vettük figyelembe:

Sejtmembrán	10%
Citoszol	55%
Mitokondriális membrán	5%
Mitokondrium	15%
Egyéb	15%

Az 1. ábra csak a főbb folyamatokat és azok kapcsolódásait tartalmazza, melyek a következők:

- Glikolízis
- Pentóz-foszfát ciklus
- Citrátkör
- Terminális oxidáció folyamata

Az 1. és 2. ábrákon látható folyamatokat (az ábrázoltnál jóval részletesebben) egy megfelelően strukturált Excel adatbázisban gyűjtöttük össze, és ebből az adatbázisból egy interpretáló program készíti el a dinamikus szimulátor részletes input állományát. Az így kialakított durva felbontási modell a folyamatokat (az úgy nevezett „mass action” megközelítés szellemében) első illetve másodrendű (opcionálisan egyensúlyi) modellre képezi le.

A folyamatok Excel adatbázisban történő megadásánál maximum 4-4 input, illetve output komponens bevitelére van lehetőség, a hozzá tartozó kompartment feltüntetésével és a folyamatot katalizáló enzim megadásával. A kinetikai állandók és egyensúlyi paraméterek is megadhatók, azonban ezek számszerű értékére nincsenek, vagy csak bizonytalanul becsült adatok vannak. Ezért az adatbázisban egy olyan intervallumot is fel kell tüntetni, melyet a szimulátorral együttműködő genetikus algoritmus felhasznál majd az evolúciós módszerrel történő identifikálás során.

A komponensek esetében az ugyancsak bizonytalan, becsült koncentrációk és kompartment térfogatokból adódó bázisértékek miatt szintén egy „változtathatósági” intervallumot kell megadni a genetikus algoritmus számára.

A modellépítés során szükséges megtalálni egy a részletességre vonatkozó olyan kompromisszumot, mely élethűen mutatja be a modellezett valóságot, a valóság szempontjából lényegtelen elemeket viszont figyelmen kívül hagyja. A részletességre példaképpen a terminális oxidáció folyamatát mutatjuk be, mely lényege a következőkben fogalmazható meg.

A metabolikus modell egyik igen fontos eleme a nagyon sok elemi folyamat által fogyasztott és termelt különféle energiaközlő és elvonó (pl. ATP, ADP), illetve oxidációs és redukciós (pl. NAD, NADH₂, FAD, FADH₂) „valuta jellegű” komponensek regenerálását a metabolikus folyamatokkal szervesen összekötő részletes, 2. ábrán bemutatott terminális oxidációs folyamat.

Ez a modell részlet a sejtben lezajló folyamatok oxidációja során keletkező protonokat és elektronokat a citrátkörrel kapcsolt NAD→NADH₂ illetve FAD→FADH₂ körön keresztül juttatja a terminális oxidáció enzimeihez. Megemlítendő, hogy a protonok egy másik része a mitokondrium külső membránján keresztül forgalmazódik. A terminális oxidáció során az elektronok a belső membrán elektronszállító rendszerén, a hidrogénionok pedig egy bizonyos koncentráció elérése után a „protonpumpán” keresztül jutnak az oxigénmolekuláig. A három alkotórész reakciójából víz keletkezik. Az elektron és protonszállítás energia felszabadulással járó folyamat, a sejtben egységnyi glükóz bomlásakor meghatározott mennyiségű ATP keletkezését biztosítja a mitokondriumban.

Modell leírás

A durva modellt a szimulátor szükség szerint dekomponálja a részletes strukturális modell aktív és passzív elemeire. A metabolikus modell esetében a passzív elemek az egyes elemi komponensek (enzim, metabolitok, kofaktorok és ezek komplexei), az aktív elemek pedig a lehetséges legrészletesebb elemi lépések. A 3. ábrán az egyik bruttó folyamatnak megfelelő részletes elemi folyamat kétrétegű háló modelljét mutatjuk be, ahol izocitrátból α-Ketoglutarát képződik NAD belépése illetve CO₂ és NADH₂ kilépése mellett.

2. ábra

A terminális oxidáció részletes folyamatábrája

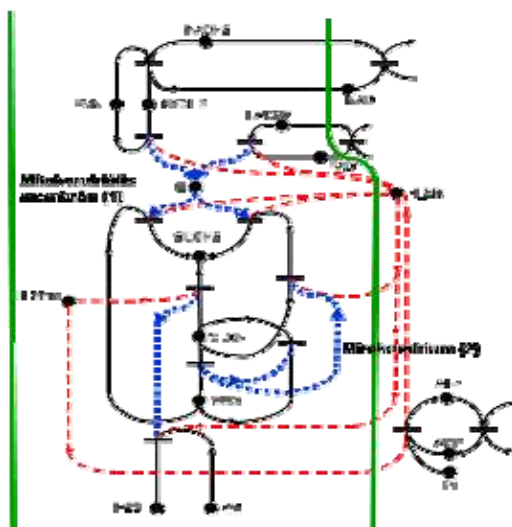
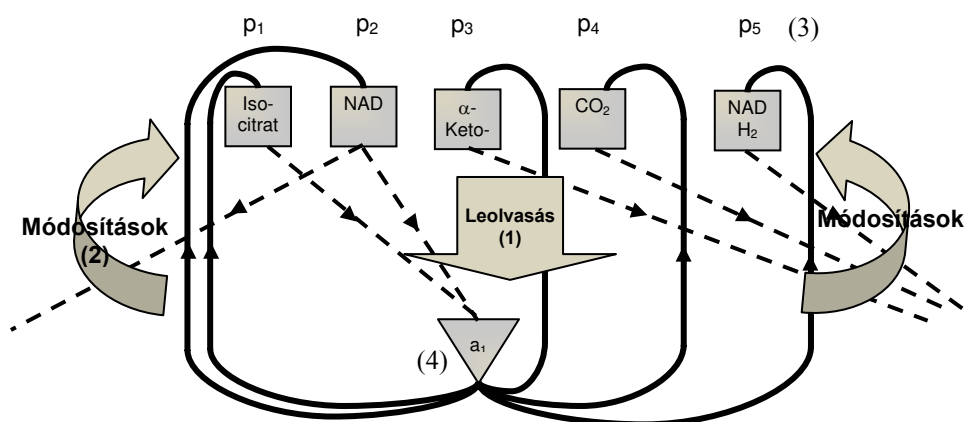


Figure 2: Detailed graph of the terminal oxidation

Mitochondrial membran(1), Mitochondrion(2)

3. ábra

Egy egyszerű elemi folyamat kétrétegű háló modell részlete



p₁, p₂, p₃, p₄, p₅ – passzív elemek a₁ – aktív elem

Figure 3: Detailed part of generic bi-layered net model for a simple chemical process

Reading channels(1), Modifying channels(2), p₁, p₂, p₃, p₄, p₅ – passive elements(3), a₁ – active element(4)

A modell identifikálására szolgáló számítógépi módszer alapját a kétrétegű háló modell alapú generikus szimulátor és az ezzel visszacsatolt kapcsolatban együttműködő genetikus algoritmus képezte (Csukás és Balogh, 1998).

A felhasználó által megadott strukturált Excel adatbázisból egy interpreter program GNU-Prolog kódot készít (Felhasználói vagy user interfész), soronként beolvasva a táblázat aktív és passzív elemeit, illetve ezeknek a struktúrából adódó leolvasásait és módosításait, lefordítva azokat a szimulátor által érthető nyelvre.

Ebből az ún. „Felhasználói (User) interfészből” és a szakértő által megadható ismereteket, összefüggéseket tartalmazó „Szakértői (Expert) interfészből” származó fájlok felhasználásával a GNU-Prolog nyelven írt kernel program végzi a dinamikus szimulációt. A modell tényleges identifikálását a genetikus algoritmussal való kommunikáció teszi lehetővé. A dinamikus szimulátor értékelési szempontokat és a lehetséges változtatások lehetőségterét biztosítja a genetikus algoritmusnak, mely a biológia mintájára szelekció, kereszteződés és mutáció révén tendenciájelleggel javuló pontosságú variánsokat képez és ad át a dinamikus szimulátornak számolásra. A szimulátor a számolások elvégzése után a kiértékelt variánsokat visszaadja a genetikus algoritmusnak, ahonnan az evolúciós folyamat végén „kinyerhetők” a legjobbnak ítélt változatok.

Mivel a sejtmodell felépítése ismerethiányos környezetben, többnyire bizonytalan adatokkal történik, ezt kiküszöbölendő szükség van a különféle ismeretek együttes alkalmazására, beépítésére.

Az általunk identifikálni kívánt metabolikus sejtmodell esetében a változtatható paraméterek (kinetikai és egyensúlyi állandók, koncentrációk) megadása egy ún. bottom-up tudás bevitelét jelenti a modellbe, mely egyfajta alulról való meghatározást jelent.

A top-down tudáselem felhasználását a modellben esetünkben a fluxusokra vonatkozó ismeretek alkalmazásán keresztül valósítjuk meg. Erre vonatkozóan az egyes útvonalak egzisztenciájára, illetve az egyes útvonalakhoz tartozó áramokra különféle, a szakértőktől és a szakirodalmi adatokból származó hipotézisek vannak. Egy példaként elmondható, hogy a beáramló glükóz fluxusban belépő szénatomok a távozó CO₂ fluxusában, a laktát és egyéb a sejt által előállított komponensek fluxusaiban, valamint a sejtbe épített komponensekben (pl. aminosavakban) jelennek meg.

A bottom-up és top-down tudáselemek együttes alkalmazása segíti a minél pontosabb identifikálást.

EREDMÉNYEK

Jelenlegi eredményeink a sejtben lejátszódó elemei folyamatokra vonatkozó kinetikák és egyensúlyi állandók, illetve az egyes elemekre vonatkozó koncentrációk becsült értékei, melyek alapján egy ténylegesen funkcionáló modell épült fel. Jelen állapotában – a felhasználók általi egyszerű kezelhetőség érdekében felhasználói felület készítése folyamatban van – a modell Excel munkafüzet alkalmazásával, tetszés szerinti folyamatokkal bővítve használható a különféle anyagok hatásának modellezésére (pl. gyógyszerek, toxinok hatása). Ezen kívül a programrendszer lehetővé teszi a különféle beadagolások függvényyszerű megadását is (pl. adott sejt kultúra táplálása érdekében a tápanyag tetszőleges függvény szerinti beadagolását).

Az eredmények azonban nem tekinthetők véglegesnek, hiszen a pontosabb sejtmodell identifikálása érdekében még rengeteg nyitott és folyamatosan felmerülő kérdés megvitatása áll előttünk a nemzetközi együttműködés keretében velünk dolgozó sejtbiológus szakemberekkel.

4. ábra

Az extracelluláris térben lévő anyagok mennyisége

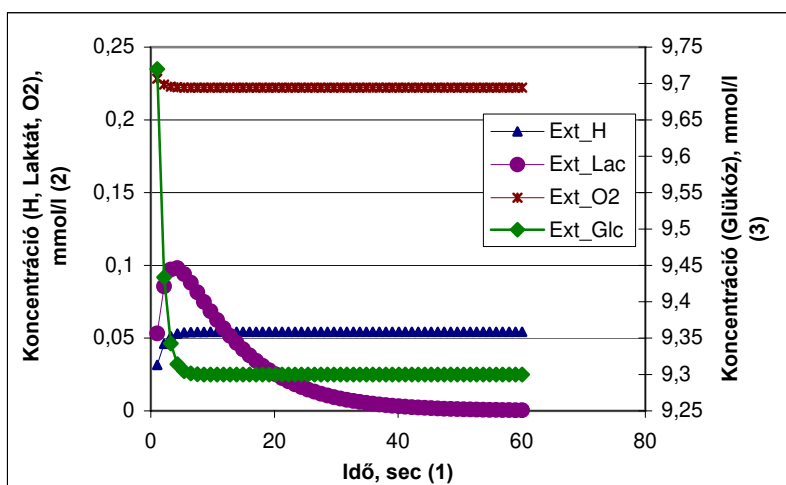


Figure 4: Chart of the external elements

Time, sec(1), Concentration of H, Lactat and O2(2), Concentration of Glucose(3)

5. ábra

A sejt által szintetizált aminosavak

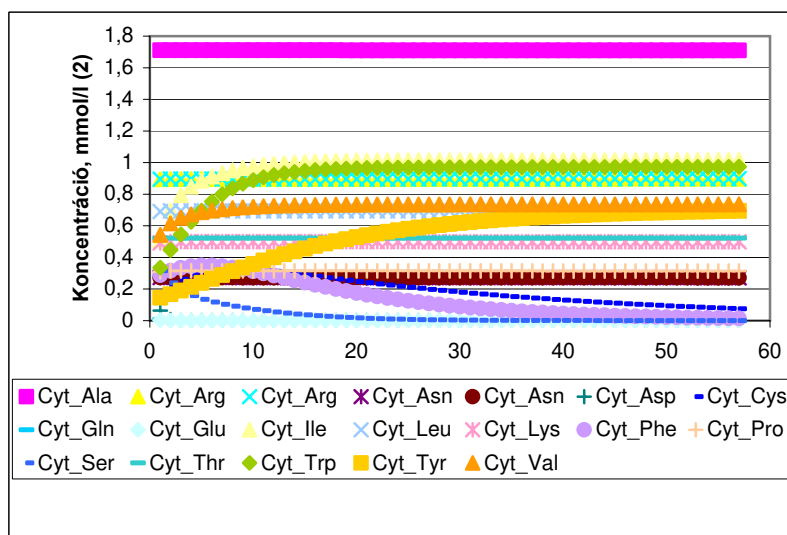


Figure 5: Synthesis of amino acids by the cell

Time, s(1), Concentration, mmol/l(2)

A pillanatnyilag rendelkezésünkre álló, aktuális ismereteink alapján identifikált modell működését reprezentálja a 4. ábra, mely a sejten kívüli oldatban lévő proton, laktát, oxigén és glükóz komponensek koncentrációjának időbeli változását mutatja. Az 5. ábra, mely a sejt által szintetizált aminosavak alakulását szemlélteti.

KÖVETKEZTETÉSEK

Eddigi munkánk tapasztalata alapján az elkészített sejtmodell jól alkalmazható a sejten lezajló folyamatok pontosabb megismerésére, segítséget nyújthat különböző gyógyszerek, toxinok sejt szintű hatásmechanizmusainak megismerésére.

A feladat multidiszciplináris jellegéből adódóan elmondhatjuk, hogy a teljeskörű metabolikus modell felépítése egy szakmailag felkészült, különféle szakterületek képviselőiből álló team-et igényel, folyamatos konzultációval, a különböző elszigetelt tudáselemek ötvözésével.

Egyre több olyan kérdés adódik ugyanis a munka során, mely előre nem látható, de a feladat megoldása igényli a pontos megválaszolást, felderítést.

Példaképpen néhányat megemlítünk a jelenleg diszkutált kérdések közül:

- A metabolitok lehetséges vagy nem lehetséges akkumulációja, és a lehetséges koncentrációtartományok.
- A komponensek szükséges vagy nem szükséges állandó jelenléte.
- A parciális teljes fluxusutakra és körökre vonatkozó hipotézisek, becsült fluxus tartományok.
- Az egyes elemi folyamatok egyensúlyának becsült tartománya.
- A sejt által felvehető illetve leadható komponensek specifikálása.
- A kompartmentek közötti lehetséges transzportok megadása (pl. lehet-e NADH₂ transzport a mitokondrium és a citoszol között?)

Jövőbeni feladatok az ezekhez hasonló kérdésekre a válasz megtalálása, és a folyamatosan bővülő információk alapján a modell egyre pontosabb identifikálása.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium GVOP/TST-3.3.1.-2004-04-0091/3.0 számú pályázatának felhasználásával készült.

IRODALOM

- Csukás, B., Balogh, S. (1998). Combining Genetic Programming with Generic Simulation Models in Evolutionary Synthesis. Computers in Industry, 36. 181-197.
- Eklunk, S.E., Taylor, D., Kozlov, E., Prokop, A., Cliffel, D.E. (2004). A Microphysiometer for Simultaneous Measurement of Changes in Extracellular Glucose, Lactate, Oxygen and Acidification Rate. In: Analytical Chemistry 76. 3. 519-527. p.
- Michal, G. (1999). Biochemical Pathways: An Atlas of Biochemistry and Molecular Biology. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg
- Nicholson, D.E. (2003). Metabolic Pathways Chart, Sigma-Aldrich
- Voet, D., Voet, J.G., Pratt, C.W. (2006). Fundamentals of Biochemistry, 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc., 547.

Wiksw, J.P., Prokop, A., Baudenbacher, F., Cliffl, D.E., Csukas, B., Velkovsky, M. (2006). The Engineering Challenges of BioNEMS: The Integration of Microfluidics, and Micro- and Nanodevices, Models, and External Control for System Biology, IEE Proc. Nanobiotechnology (in press).

Levelezési cím (*corresponding author*):

Varga Mónika
Kaposvári Egyetem
7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.
University of Kaposvár
H-7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.
Tel.: 36-70-581-5673
e-mail: varga@matinf.gtk.u-kaposvar.hu



A generikus kétrétegű háló modell PIC bázisú implementációjának lehetőségei

Bánkuti¹ Gy., Bálint² J.

¹Kaposvári Egyetem Matematika és Fizika Tanszék 7400 Kaposvár Guba Sándor utca 40.

²Folyamatinformatika Kutatófejlesztő Betéti Társaság 7478 Bárdudvarnok, Bárd utca 26.

ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánkban a Kaposvári Egyetemen működő folyamatinformatikai kutatási iskola által szabadalmaztatott modellezési metodológiájának mikrokontroller alapú hardver megvalósításával foglalkozunk. Mivel a jól bevált szoftver technika adekvát hardver megvalósításához nem áll rendelkezésre megfelelő eszköz, így célunk csak a struktúra létrehozása és a célhardver lehetőségeinek és problémáinak tanulmányozása volt. Bemutatjuk a mikrokontrollerek felhasználásával elkészült struktúrát és ennek programozását - a felprogramozástól, az inicializálástól, teszteléstől, a négyütemű szimuláció végrehajtásáig - az elkészült panelek kapcsolási rajzát, és esetenként nyomtatott áramköri fotóját is.

Kulcsszavak: kétrétegű háló modell, mikrokontroller, párhuzamos hardver implementáció

ABSTRACT

The Possibilities of the Microcontroller based implementation of the Generic Bi-layered Net Model

Gy. Bánkuti¹, J. Bálint²

¹University of Kaposvár, Department of Mathematics and Physics, H-7400. Kaposvár Guba Sándor utca 40.

²Process-Informatics Ltd., H-7478 Bárdudvarnok, Bárd utca 26.

In our paper we deal with the PIC based hardware implementation of the Generic Bi-layered Net Model, patented by the Process-informatics Research Group of the University of Kaposvár. As there is no adequate hardware to implement this well-tried software methodology, our aim was only to construct the structure of a simple small problem, and to examine it. We present the microcontroller based implementation of the structure and its programming, from the initialing, testing, to the four step execution, the circuit schematics and the photos of the integrated circuits as well.

Keywords: Generic Bi-layered Net Model, PIC, parallel hardware implementation

BEVEZETÉS

A kétrétegű hálómodell alapú modellezési metodológia alapjai megtalálhatóak az irodalomban (Csukás és mtsai., 2004; Csukás és mtsai., 2005). Lényege, a fizikai mennyiségek, (vagy jelek) elemi egységeit reprezentáló entitások (passzív elemek) rétegének az ezek elemi megváltozását reprezentáló (aktív elemek) réteggel történő kommunikációja (1. ábra). Mindez az alábbi négy ütemben zajlik:

1. az aktív elemek leolvassák a passzív elemek állapotát
2. aktívak számolnak

3. a passzív elemek leolvassák az aktív elemek állapotát
4. a passzív elemek elszámolják a változásokat

1. ábra

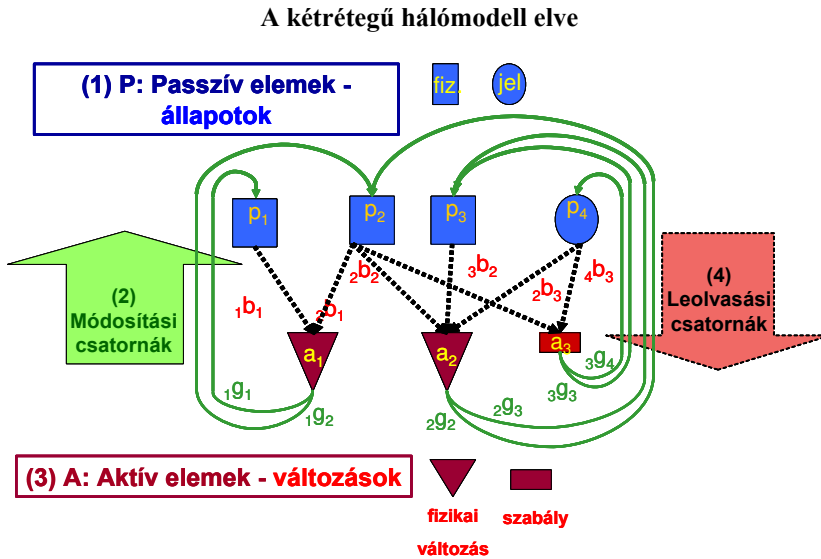


Figure 1: The idea of the Generic Bi-layered Net Model

Passive elements(1), Modifying chanel(2), Active elements(3), Reading chanel(4),

2. ábra

Egy példa kétrétegű hálómodell alapú hardver elvi felépítése

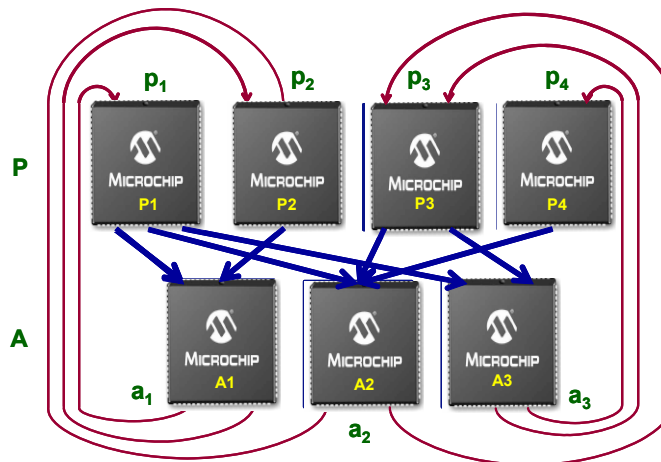


Figure 2.:Example Structure of the Generig Bi-layered Net Hardver

A kétrétegű hálómódell alapú modellezés hardver megvalósítása két lényegileg azonos, - a valós modellekben általában nagyszámú - egyenként kisebb teljesítményű egységek egy sajátos architektúra szerinti strukturált programozásával és ütemezett működtetésével oldható meg (2. ábra). Ennek fizikai hardver megvalósításához jelenleg nem állnak rendelkezésre adekvát eszközök. A jövőbeli fejlődés lehetőségeit figyelembe véve, lényeges azonban, hogy a jelenleg elérhető kevésbé adekvát eszközökkel is tanulmányozzuk a jól bevált szoftver architektúra célirányos hardver leképezésének lehetőségeit és problémáit.

A STRUKTÚRA KIALAKÍTÁSA

Az eszköz kiválasztása

A munka első lépése a létező hardver elemek közül a célnak megfelelő kiválasztása volt. Igaz, hogy a mikrokontrollereket (PIC-ket) vezérlésekhez fejlesztették ki, de a kereskedelembe kaphatóak már olyan típusok, amelyek a számunkra szükséges műveletek (összeadás, szorzás, osztás) elvégzésére alkalmasak, és megfelelő számú be-, és kimenettel rendelkeznek. Választásunk a **PIC18F2550** típusú mikrokontrollerre esett. Melynek paraméterei az alábbiak:

- 20MHz órajel,
- 8 bites architektúra,
- Hardveres 8 bites szorzó,
- Szoftveres osztó,
- Áramköri környezetben programozható (ICSP),
- Futás közbeni hibakeresés (ICD) támogatás,
- USB 2, USART, I2C támogatás,
- 83 elemű assembly utasításkészlet,
- 28 kivezetéses DIL tokozás,
- 21 db kétirányú Input/Output PORT,
- 7 db technikai kivezetés,
- Relatív alacsony ár (<1500 Ft/db), Kereskedelmi forgalomban könnyen beszerezhető

Megjegyezzük, hogy mikrokontrollerek nem Neumann elven működnek. Adat- és a programmemóriájuk fizikailag is külön vannak választva, külön buszokat használnak, és különböző szóhosszúságúak, azaz Harvard architektúra szerint vannak szervezve. (Tanenbaum, 2001). (A klasszikus Neumann-elvű számítógépnél az adatok és az utasítások azonos memóriában helyezkednek el, és azonos buszt használnak.)

Szükségünk volt még a mikrokontrollerek felprogramozását végző eszközre, melyet szintén beszereztünk.

A részegységek felprogramozása

Ennek segítségével a két processzorosztály elemeit a feladatnak megfelelő műveleti kóddal a PC-hez USB-n keresztül csatlakoztatott ICD2 programozó készülékkel áramköri helyükön (ICSP) egyenként felprogramoztuk (3. ábra) a Microchip cég által ingyenesen közzétett MPLAB IDE fejlesztőkörnyezet segítségével.

A passzív és aktív processzor modulokat a PC-hez USB kapcsolattal csatlakoztatott, vezérlő processzor segítségével SN 74154 demultiplexeren keresztül konfiguráltuk. A konfiguráció során megadtuk a passzív és aktív elemek kezdeti értékeit is (4. ábra). A sikeres konfigurálást a processzorosztályok elemei Conf_{OK} porton keresztül nyugtázzák a vezérlő processzor felé.

3. ábra

A beépített mikrokontrollerek ICD2 programozóval a történő felprogramozása

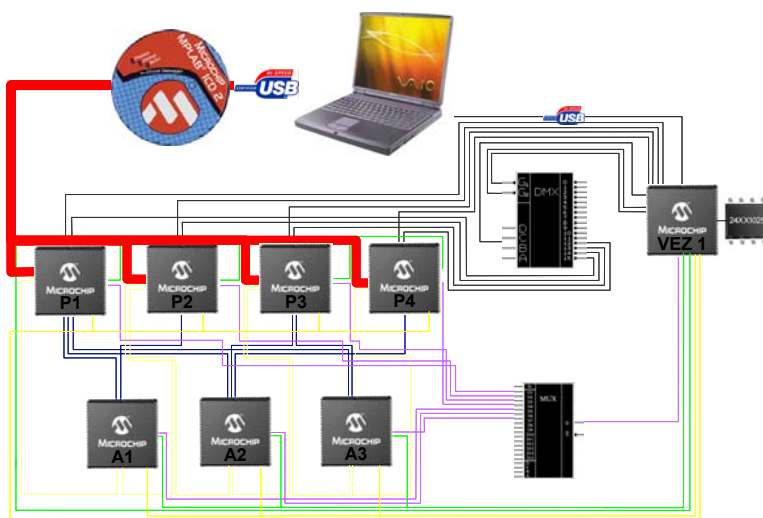


Figure 3.: Programming of the build in microcontrollers by ICD2 programmer

4. ábra

A passzív elemek kezdeti értékeinek megadása:

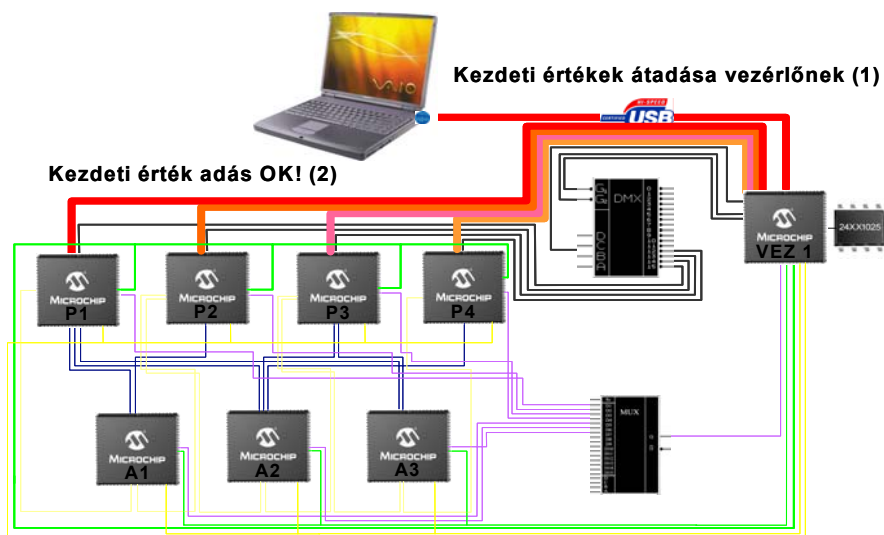


Figure 4: Initialization of the passive elements

Transferring the Initial Values to the controller(1), Initialization is OK! (2)

A VÉGREHAJTÁS LÉPÉSEI

A végre hajtás lépései az 5.ábrán a lépéseknek megfelelően számozott csatornákon látható útvonalakon valósulnak meg:

5. ábra

A végrehajtás lépései (1) – (5)

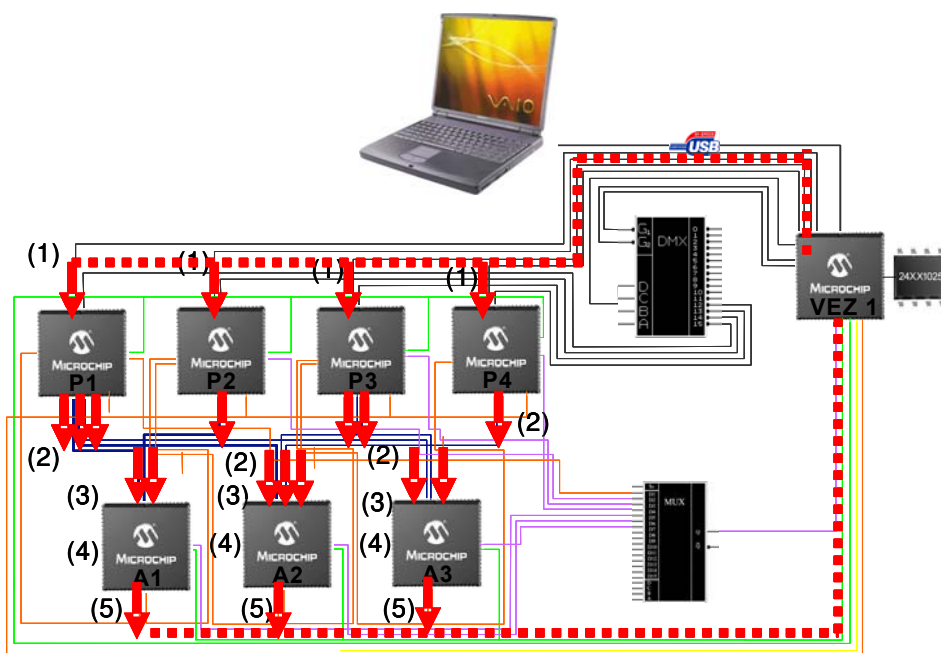


Figure 5: Steps of the Execution

Supervisory Microcontroller sends Activating Message to the passive elements(1), Passive elements export data to the output ports(2), Active elements read the input data(3), Active elements execute embedded programmes(4), Active elements send Ready Message to the Supervisory Microcontroller and exports data to the output ports(5),

(1) Vezérlő 1 – start jel küldés a passzív elemek számára

Az inicializálás befejezése után szükséges, hogy a vezérlő processzor a P_{start} porton start jelet küldjön a passzív elemeknek, hogy helyezték ki output portjaikra a kívánt információkat. (A további lépésekben ez lehetséges, hogy megtakarítható lépés.)

(2) Passzív elemek: adatkihelyezés output csatornáikra

A passzív elemek adatokat helyeznek a kimenetként konfigurált P_L portjaikra (5. ábra).

(3) Aktív elemek adatbeolvasása

Ennek megoldása kétféleképpen történhet. Az aktív elemek a vezérlő processzor utasítására kezdik csak el figyelni a leolvasási csatornájuk közül a struktúra által

meghatározott bemeneteiket (A_L port), vagy belső programjuk szerint, folyamatosan. Most épített kis modellünkben az első túlbiztosító megoldás nem szükséges, de nagyobb modellnél problémát jelenthet ha esetleg az aktív elemek ütemükön kívül is végrehajtják programjukat.

(4) Az aktív típusú processzormodulok programjainak végrehajtása

A vezérlő processzor utasítása, vagy az összes szükséges adat megjelenése után az aktív elemek programjai lefutnak, (5. ábra).

(5) Az aktív típusú processzorok a futás végrehajtás befejeződését jelentik a vezérlő processzor felé, output adatmegjelenítés a kívánt portjain

A programok lefutásának befejeződését az A_{NY} porton keresztül nyugtázzák passzív elemek a vezérlő processzor felé. Majd a struktúra által meghatározott output portokra kihelyezik a kiszámított adatokat (5. ábra).

6. ábra

A végrehajtás lépései (6) – (8)

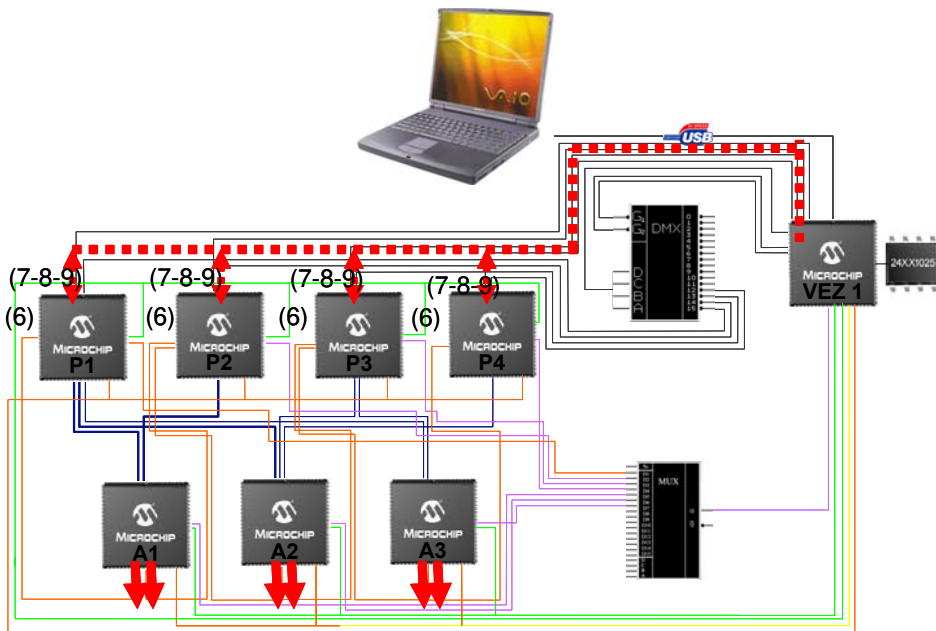


Figure 6: Steps of the Execution:

Passive elements read the input ports(6), Passive elements: run embedded programmes(7) Passive elements: send ready status message to the Supervisory Microcontroller (8), Supervisory Microcontroller send activate Message to the passive elements (9), Passive elements state report to the Supervisory Microcontroller (10)

(6) Passzív elemek: input csatornáik leolvasása

A passzív típusú elemek – az aktívakhoz hasonlóan – kétféleképpen, a vezérlő processzor utasítására vagy programjuk szerint folyamatosan figyelik aktív bemeneteiket (A_L port).

(7) Passzív elemek programjainak futása

A vezérlő processzor utasítása, vagy az összes szükséges adat megjelenése után a passzív elemek programjai lefutnak, (6. ábra).

(8) Passzív elemek: futás befejezés visszajelzése

A művelet befejezését P_{NY} porton keresztül nyugtázzák a vezérlő processzor felé.

(9) Vezérlő: Adatküldési start jel a passzív processzorok számára,

A vezérlő start jelet küld a passzív processzorok számára, hogy állapotjelentésüket jelentésüket kezdjék meg. Ennek szintén nagyobb feladatnál lesz jelentősége, mert a nagyszámú adat multiplexeren keresztül történő megfelelő beérkezése, a PC felé történő továbbküldése rendezett adatbeérkezést igényelhet.

(10) Passzívak: állapot jelentés a vezérlőnek

A passzív processzorok SN 74150 multiplexeren keresztül a vezérlő processzornak továbbítják a módosított értékeket, mely azután az USB csatlakozáson keresztül azt a PC-nek továbbítja. A módosított adatokat a PC-n futó felhasználói program dolgozza fel.

Végezetül megjegyezzük, hogy a programozottan szelektív kommunikáció megvalósítása akkor legegyszerűbb, ha az alkalmazott processzorok outputjainak és inputjainak száma legalább akkora, mint a passzív és aktív elemek száma. Ekkor természetes módon biztosítható, hogy tetszőleges számú elemről álló architektúra teljesen párhuzamosan működhessen, azaz egy ciklusban történjen az összes leolvasás.

Általános célú hardver esetén a $2 \times \left(\frac{n}{2}\right)^2$ képlet alapján számítható ki a szükséges kapcsolatok száma, azonos számú (n db) passzív és aktív elemet feltételezve. Például 10 – 10 passzív és aktív elemet feltételezve, 2000 összeköttetés szükséges az egy ütemben történő leolvasáshoz. A kevesebb beépített kapcsolattal rendelkező, de teljes párhuzamosságot megoldó struktúra megvalósíthatóságának kérdésére ezen munkánk nem keresi a választ.

EGYSZERŰ KÍSÉRLETI PÉLDÁNY KIALAKÍTÁSA, TESZT ÁRAMKÖR

Az ismertetett hardver terv alapján az Altium Ltd. Protel DXP Design Explorer analóg és digitális nyomtatott áramkör és kapcsolási rajz tervező program felhasználásával elkészítettük a PIC alapú hardver kapcsolási rajzát és nyomtatott áramköri tervét, valamint a szoftver alkatrész könyvtárában eredetileg rendelkezésre nem álló PIC18F2550 mikrokontroller elvi és nyomtatott áramköri beültetési rajzát.

Célszerűnek tartottuk beépítés előtt a felhasználandó mikrokontrollerek tesztelését, hogy garantálni lehessen a tervezett hardver implementációban lévő egyes mikrokontroller kapcsolások működésének hibamentességét. A tesztelés lehetséges volt, mivel a gyártó szerinti alapkapsolás került kivitelezésre. Elkészítettünk egy tesztáramkört, amelyben egy mikrokontroller esetében a megadott elvi kapcsolást (7. ábra) megvalósítva annak működőképessége kipróbálható volt.

7. ábra

PIC18F4550 típusú Mikrokontroller tesztáramkörének kapcsolási rajza

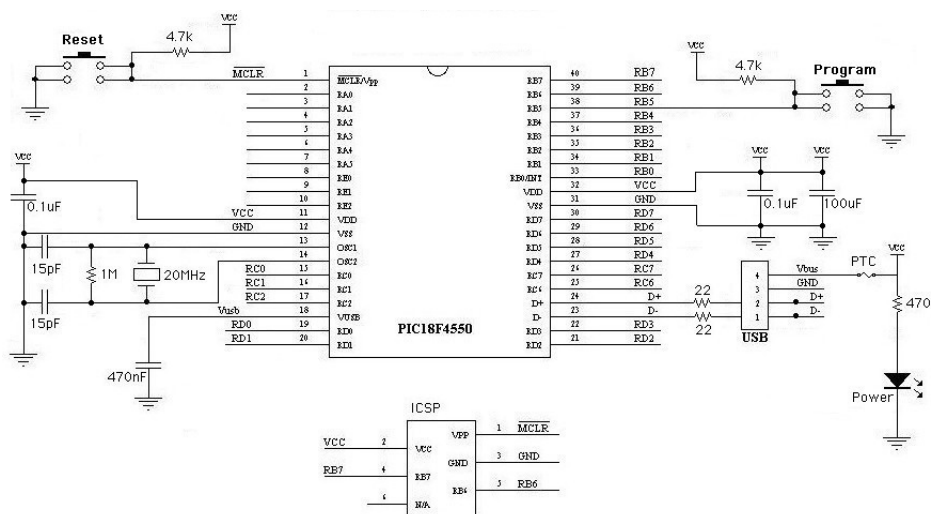


Figure 7: Circuit Schematics of the Test Panel

Ezen tesztáramkörbe egy PIC18F4550 típus került beépítésre (8. ábra), mivel az állt rendelkezésünkre, és ez a típus a több I/O kivezetéstől eltekintve, nem különbözik a választott típusunktól.

8. ábra

PIC18F4550 típusú mikrokontroller tesztáramkör

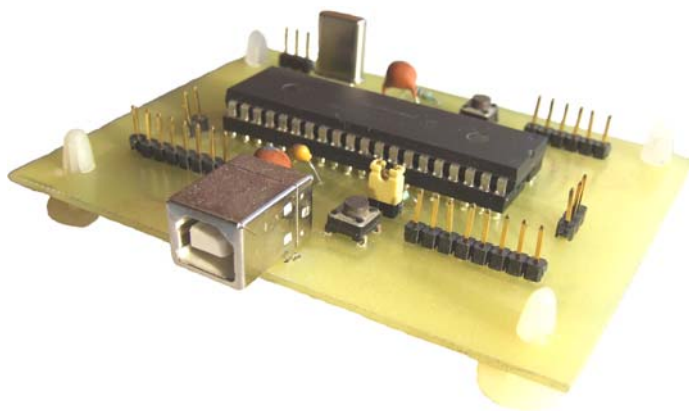


Figure 8: Test Panel for PIC18F4550 Microcontroller

ÖSSZEFOGLALÁS

Elmondhatjuk, hogy munkák eredményeként nemcsak a hardver részletes felépítésének terve, és a nyomtatott áramkörök rajzai készültek el, hanem (pl. a teszt áramkör) fizikailag is megvalósult.

Megállapítható, hogy

- a. Ezen nem adekvát eszközökkel kisméretben létrehozható a kívánt struktúra.
- b. A mikrokontrollerek portjait az adatútnak megfelelően inputként, illetve outputként lehetett programozni, vezérlő processzor start-stop jeleit kezelő portokat mint megszakítás érzékelőket programozva.
- c. A vezérlő utasításának hatására (vagy az egységek belső programjában definiált módon a mikrokontrollerekbe beépített programok futása elindítható.
- d. Az aktív és passzív elemek funkcióit megvalósító választott eszköz (PIC18F2550) képes a struktúra által megadott portra a megfelelő információt, jelet, kihelyezni, és a másik réteg processzorai hasonló módon dolgozva biztosítják az ütemek egymásutániságát.
- e. A visszajelző csatornákon, multiplexeren keresztül a mikrokontrollerek képesek állapotjellemzőik PC-hez történő eljuttatására.

Mindezek alapján megállapítható, hogy az elvárásokat teljesítő kisméretű hardver a választott eszközökkel létrehozható és működtethető. Nem szükséges hozzá új operációs rendszer kifejlesztése, ezen kis méretben nem okoz problémát a jelek megjelenése a nem használt portokon.

Azonban a nagyméretű feladatok megoldására alkalmas hardver megvalósíthatóságának kérdésére munkánk nem ad választ. Az összeköttetések elemszám (felének) négyzetével arányos növekedése ugyanis gyártási és működési nehézségeket okozhat.

Ezen matematikai – geometriai strukturális feladat megoldása további kutatásokat igényel. Megjegyezzük, hogy kutatócsoportunk FPGA alapú munkája sem adott még választ ezen utóbbi kérdésekre.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk a GVOP-3.3.1 200404-0091/3.0. projekt támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- Tanenbaum A.S. (2001). Számítógép architektúrák. Budapest : Panem Kiadó. 31-34.
- Sima D., Terence F., Kacsuk P. (1998.). Korszerű számítógép architektúrák tervezési tér megközelítésben. Budapest : Szak Kiadó. 6-25.
- Bánkuti, Gy., Csukás, B. (2005). Generic Bi-layered Net Model – General Methodology for Process Simulation, In: Daoliang Li and ÍBaoji Wang Eds.: Artificial Intelligence Applications and Innovations II. 2nd IFIP Conference of TC12 WG 12.5, Springer, 691-700.
- Csukás, B., Balogh, S., Bánkuti, Gy. (2005). Generic Bi-layered Net Model – General Software for Simulation of Hybrid Processes, In: Daoliang Li and ÍBaoji Wang Eds.: Artificial Intelligence Applications and Innovations II. 2nd IFIP Conference of TC12 WG 12.5, Springer, 701-710.

- Csukás, B., Bánkuti, Gy. (2004). Generic Bi-layared Net of the Functional Nodes in Process Modelling, IJCNN'2004, International Joint Conference on Neural Networks, 25-29 July, 2004, Budapest. Priceedings T-094. CD IEEE catalog Number: 04CH37541C, ISBN: 0-7803-8360-5.
- Csukás B., Bánkuti Gy., Balogh S.(2004) : Folyamatinformatika I. Elméleti alapok és alkalmazási példák. Egyetemi jegyzet. Kaposvár : Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézet, 235.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Bánkuti Gyöngyi

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar

Matematika és Fizika Tanszék

7401, Kaposvár, Pf. 16.

University of Kaposvár, Faculty of Economic Science

Department of Mathematics and Physics

H-7401, Kaposvár, P.O.Box 16.

Tel.: 36-82-505-950

e-mail: bankuti@matinf.gtk.u-kaposvar.hu



Kétkomponensű szteroid elegy szimulált mozgóágyas elválasztásának számítógéppel segített tervezése II.

Csukás¹ B., Balogh¹ S., Temesvári² K., Aranyi² A.

¹Kaposvári Egyetem, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Richter Gedeon Rt., 1103 Budapest, Gyömrői út 19-21.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szimulált mozgóágyas (SMB) kromatográfiás elválasztás kvázi-stacionárius, ellenáramú művelet, nagy számú paraméterrel, ezért a folyamattervezést és optimalást szinte lehetetlen pusztán kísérleti úton megoldani. Jelen közleményünkben az általunk kidolgozott folyamattervezési és optimalási metodikát kívánjuk ismertetni, egy kétkomponensű nem-izomer szteroid keverék SMB elválasztásának példáján bemutatva. A számításokhoz a folyamatok generikus, kétrétegű háló modelljének közvetlen számítógépi leképezésén alapuló általános rendeltetésű dinamikus szimulátor preparatív SMB kromatográfiás folyamatok leírására készített speciális adaptációját, az ADCHROM 5.0 programcsomagot használtuk fel. A kiválasztott folyamat paraméterekkel SMB kísérleteket végeztünk. A mért és szimulált eredmények összevetése során jó egyezést tapasztaltunk. Megállapítottuk, hogy a szimulációs modell alkalmas az SMB művelet leírására. Következő lépésben a művelet fajlagos paramétereinek javítását (termelékenység, fajlagos oldószer felhasználás, kihozatal) tűztük ki célul. Az elúciós technikával megvalósított elválasztáshoz képest az SMB művelettel sikerült jelentős termelékenység növekedést, valamint fajlagos oldószer felhasználás csökkenést elérni jó kihozattal és a megfelelő terméktisztaság biztosításával. (Kulcsszavak: szimulált mozgó ágy, közvetlen számítógépi leképezés, folyamattervezés)

ABSTRACT

Computer-Aided Process Design of the Separation of a Two-Component Steroid Mixture by Simulated Moving Bed Technique II.

B. Csukás¹, S. Balogh¹, K. Temesvári², A. Aranyi²

¹Kaposvári Egyetem, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Richter Gedeon Rt., H-1103 Budapest, Gyömrői út 19-21.

A method, combining laboratory scale equilibrium and elution experiments, simplified model based heuristic rules, as well as sophisticated dynamic simulation was applied to design the separation of a two-component steroid crude mixture in a given laboratory-scale Simulated Moving Bed unit. The process simulation was made by the new method, based on the Direct Computer Mapping of the Generic, Bi-layered Net model. The first estimations of the SMB parameters were derived by means of the Morbidelli's triangle theory. Starting from a feasible solution, stepwise improvement of the SMB process was carried out by the detailed dynamic simulation, according to a strategy, based on the role of the design parameters. Simultaneously, laboratory-scale SMB experiments were carried out. Good agreement of the measured and calculated data was found. In the next step, the dynamic simulation has been applied for the improvement of the specific

capacity parameters of the SMB separation (production rate, solvent consumption, recovery). In comparison with simple elution chromatographic separation method, considerable improvement of specific capacity parameters was obtained.

(Keywords: Simulated Moving Bed, Direct Computer Mapping, process design)

BEVEZETÉS

A szimulált mozgóágyas kromatográfiás elválasztás kvázi-stacionárius, ellenáramú művelet, nagy számú paraméterrel, ezért a folyamattervezést és optimalizálást szinte lehetetlen pusztán kísérleti úton megoldani.

Közleményünkben az általunk kidolgozott folyamattervezési optimalizációs, és szabályozási metodikát kívánjuk ismertetni, egy kétkomponensű nem-izomer szteroid keverék SMB elválasztásának példáján bemutatva.

A cikk előző részében ismertetett metodológia magában foglalja:

- az alapadatok kísérleti meghatározását (Jacobson at al., 1984; Jacobson at al., 1987; Guiochon at al., 1994; Gritti at al., 2003);
- Morbidelli úgynevezett „háromszög elméletének” alkalmazását, egy megvalósítható kezdeti megoldás paraméter együttesének meghatározása céljából (Juza at al., 2000; Mazzotti at al., 1997; Gentilini at al., 1998; Migliorini at al., 1998);
- és az optimális műveleti paraméterek meghatározását számítógépes szimuláció alkalmazásával (Csukás és Pózna, 1996; Csukás at al., 1999; Csukás, 1998; Csukás és Bánkúti, 2003; Csukás és Bánkúti, 2003).

ANYAG ÉS MÓDSZER

SMB kísérletek

A kísérleti paramétereket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat

A szimulált mozgóágyas kísérletek paraméterei

Folyamat paraméterek (1)	SMB-5	SMB-6	SMB-10	SMB-12	SMB-14	SMB-15	SMB-17	SMB-18
Kapcsolás (2)	2-2-2-2	2-2-2-2	2-2-2-2	2-2-2-2	2-6-6-2	2-6-6-2	3-4-7-2	3-5-8-0
Betáplálás (ml/s) (3)	0.025	0.025	0.025	0.025	0.05	0.05	0.05	0.05
Konc. B (mg/ml) (4)	1	1	9	9	9	9	9	12
Konc. A (mg/ml) (5)	4	4	36	36	36	36	36	48
Eluens (ml/s) (6)	0.1253	0.1217	0.1567	0.1767	0.3633	0.37	0.28	0.39
Extraktum (ml/s) (7)	0.1083	0.1083	0.1484	0.1683	0.3233	0.35	0.255	0.255
Raffinátum (ml/s) (8)	0.042	0.0384	0.0333	0.0334	0.09	0.07	0.075	0.185
Rotációs időlépés (s) (9)	1350	1350	600	750	360	360	360	360
Recirkuláció (ml/s) (10)	0.0367	0.0367	0.06	0.055	0.11	0.11	0.11	-

Table 1: Parameters of SMB experiments

Process parameters(1), Column configuration(2), Feed (ml/s)(3), Concentration of B component in the Feed (mg/ml)(4), Concentration of A component in the Feed (mg/ml)(5), Eluent flow rate (ml/s)(6), Extract flow rate (ml/s)(7), Raffinate flow rate (ml/s)(8), Column switching time (s)(9), Recycle flow rate (ml/s)(10)

A folyamatok generikus kétrétegű háló modellje

A szokásos szimulációs módszerek nem hasznosítják megfelelően a modellezendő valóság struktúrájára és építőelemeire vonatkozó nyilvánvaló ismereteinket. A közvetlen számítógépi leképezésnél (Csukás és Pózna, 1996; Csukás *et al.*, 1999; Csukás, 1998) a megmaradási és információs folyamatok természetes építőelemeit közvetlenül leképezzük egy végrehajtható program generikus aktív és passzív elemeire.

A közelmúltban kifejlesztett generikus kétrétegű háló modell (Csukás és Balogh, 1999; Csukás és Bánkuti, 2003) egy általános formális leírást ad a különféle diszkrét és folytonos, illetve kvantitatív és kvalitatív folyamatok célirányos és robosztus modelljének gyors kifejlesztéséhez.

A generikus kétrétegű hálómoddellben a különféle folyamatok állapotait és elemi változásait meghatározó jellemzőket teljesen azonos felépítésű passzív illetve aktív adat- és program-architektúrával írjuk le. Ennél az ismeretreprezentációnál a modell meghatározó szervező eleme sokkal inkább a változás, mint a mérlegegyenleteknél megszokott állapot. Az aktív elemi változások mérlegeken alapuló, egyszerű sztöchiometrikus folyamatok vagy tetszőleges szabályok. A passzív elemek, vagy a szóban forgó fizikai, kémiai, biológiai és egyéb rendszer állapotát meghatározó mértékek és mértékekből származtatott jellemzők, vagy tetszőleges adatszerkezetek. Az aktív elemek leolvassák a kapcsolódó passzív elemek output jellemzőit, kiszámítják a változást és módosítják a kapcsolódó passzív elemek input adatait. Ilyen módon, a modell egy kétrétegű, visszacsatolt struktúrával tükrözi az állapotjellemzők és az egzakt vagy heurisztikus módosító törvényszerűségek közötti kapcsolat lényegét.

A közvetlen számítógépi leképezésen alapuló generikus kétrétegű háló modell meghatározza a megmaradási és információs folyamatok közös vázszerkezetét. A hibrid folyamatok struktúrájának lényegét egyfelől a kétrétegű hálót kifesztítő di-digráf, másfelől a hatásutak, illetve az áramutak hálózatos struktúráit meghatározó két speciális gyűrű (kétműveletes absztrakt algebrai struktúra) jellemzi. A generikus kétrétegű háló modell formális leírása

$$\langle P, A, B, G, X, Y, \Phi, \Psi, r, t \rangle \quad (1)$$

tízessel adható meg. A B és G kommunikációs csatornák rendre a

$$B(\tau) \subset P(\tau) \times A(\tau) \quad j, b_i(\tau) = (p_j(\tau), a_i(\tau)) \in B(\tau) \quad (2)$$

$$\exists j, b(\tau) \mid \forall (p_j(\tau), a_i(\tau)) \in j, b(\tau) \quad \exists b_i(\tau) \mid \forall (p_j(\tau), a_i(\tau)) \in b_i(\tau) \quad (3)$$

passzív→aktív illetve a

$$G(\tau) \subset A(\tau) \times P(\tau) \quad i, g_j(\tau) = (a_i(\tau), p_j(\tau)) \in G(\tau) \quad (4)$$

$$\exists i, g(\tau) \mid \forall (a_i(\tau), p_j(\tau)) \in i, g(\tau) \quad \exists g_j(\tau) \mid \forall (a_i(\tau), p_j(\tau)) \in g_j(\tau) \quad (5)$$

aktív→passzív kapcsolatokat jelölik ki. A j index a j. passzív elemhez tartozó output, illetve input kapcsolatokat tartalmazó rendezett halmazokat jelöli. Hasonló módon az i index az i. aktív elemhez tartozó output és input kapcsolatokat meghatározó rendezett halmazokat definiálja.

A τ változó a folytonos vagy diszkrét t idő azon pontjait, illetve intervallumait határozza meg, amelyeknél a megfelelő elemek és kapcsolatok léteznek. Ilyen módon a háló illetve hálózati nézet mellett, az időtengely irányából nézve a generikus kétrétegű háló Gannt diagrammja is rendelkezésünkre áll.

A P passzív elemeket egyrészt az X állapot jellemzők, illetve az állapot változásának meghatározását leíró Ψ operátorok jellemzik:

$$\forall p_j \rightarrow X_j \in X; \quad \psi_j \in \Psi; \quad \psi_j = \begin{bmatrix} y_j & g_j \\ x_j & b_j \end{bmatrix} \quad (6)$$

ahol, X egy tetszőleges adatszerkezet lehet, miközben a Ψ operátor azt írja le, hogy a kapcsolódó aktív elemektől a G kommunikációs csatornák mentén érkező változások miként módosítják az egyes állapotjellemzőket.

Az A aktív elemek legfontosabb jellemzője a Φ operátor. Ez az operátor azt határozza meg, hogy a kapcsolódó passzív elemektől érkező leolvasások ismeretében, miként lehet kiszámítani az adott elemi folyamat változásait:

$$\forall a_i \rightarrow \varphi_i \in \Phi; \quad \varphi_i = \begin{bmatrix} x_i & b_i \\ y_i & g_i \end{bmatrix} \quad (7)$$

A Φ operátor egy egyszerű leképezéstől az elemi folyamatot számító kisebb programrészletig bármi lehet.

A szimulált mozgóágyas eljárás generikus kétrétegű háló modellje

Az 1. ábrán az látható, hogy miként alakítjuk ki a töltött kromatográfiás oszlop dekompozíciójával a passzív és aktív elemekből felépülő strukturális modellt. Először az oszlop hossza mentén alakítunk ki rétegeket, melyeket az opcionálisan keveredéseket is tartalmazó lefelé áramlás kapcsol össze. Ezután az oszlopot nyugvó szilárd és áramló folyadék fázisra bontjuk, majd mindkét fázisban megkülönböztetjük azokat a komponenseket, amelyek részt vesznek az adszorpció/deszorpció folyamatokban.

1. ábra

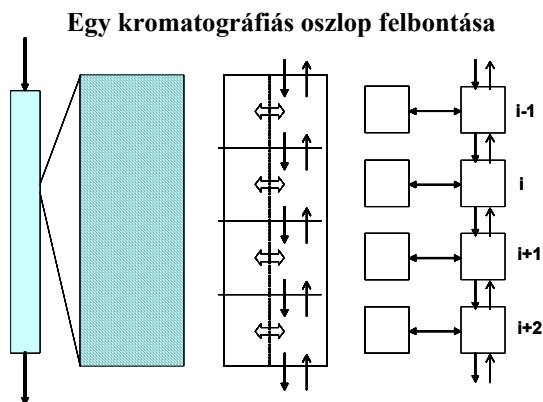


Figure 1: Decomposition of a chromatographic column

i : the ordinal number of the spatial element

Az $i-1$, az i , és $i+1$. térelemek részletes generikus kétrétegű háló modellje a 2. ábrán látható. A rajzon négyzetekkel szimbolizáljuk a folyadék és szilárdfázisbeli komponenseket. A háromszögek a komponens átadást és az opcionálisan kétirányú kevert áramlást

jelképezik a szomszédos térrészek között. A teljes diszkrét modell egy komplex és akár párhuzamosan is végrehajtható struktúrát határoz meg. A szimuláció során az állapotot jellemző mennyiségek és az egyedi elemi folyamatok sebességei egyaránt megjeleníthetők az output-ban. A módszer arra is lehetőséget nyújt, hogy a számított adatokat egy, az eredeti modellel gyengén izomorf, egyszerűsített modellbe aggregáljuk.

2. ábra

Három szomszédos térelem részletes strukturális modellje

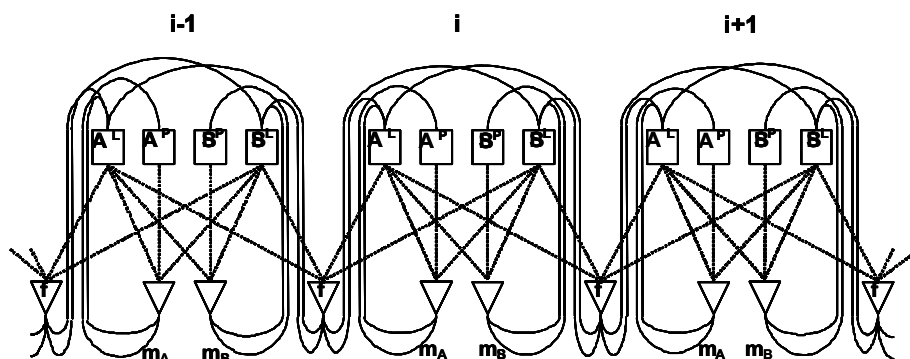


Figure 2: Generic Bi-layered Net model of three neighbouring cells

i: cell identifier, *m*: mass transfer, *t*: transportation, *A*: amount of the less retained compound, *B*: amount of the more retained compound, Upper indexes: *L*: liquid phase, *P*: packing phase, Lower indexes: *A*: less retained compound, *B*: more retained compound

Összefoglalva, az SMB kétrétegű háló modelljének jellemzői a következők:

Passzív elemek (*P*):

- Jelentés: valamelyik oszlop adott térrészében valamelyik fázisban, az egyik komponens mennyisége
- Leképezés: $\left[\begin{array}{l} \text{a szorpció és az áramlás által okozott változások} \\ \text{a komponensek koncentrációja} \end{array} \right]$
- Lokális változók: extenzív és intenzív jellemzők, fajlagos kapacitás, pointer a referencia mértékhez, stb.
- Lokális konstansok: természetes korlátok, stb.
- Program: összegzi a különböző aktív elemektől érkező változásokat, ellenőrzi a korlátokat, támogatja a numerikus algoritmus szabályozását és számítja a koncentrációkat.

Aktív elemek (*A*):

- Jelentés: egy elemi szorpciós folyamat
- Leképezés: $\left[\begin{array}{l} \text{a folyadék és szilárd fázisbeli koncentrációk} \\ \text{a mennyiségek változása egy idődőlépés alatt} \end{array} \right]$
- Lokális konstansok: egyensúlyi és kinetikai paraméterek, stb.

Program: számítja a kompetitív Langmuir egyensúlyt, a komponens átadás hajtóerejét, végül az adszorbeálódó vagy deszorbeálódó mennyiséget az adott cellában a vizsgált komponensre egy időlépés alatt.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A szimulációs vizsgálatok összefoglalása a 2. táblázatban látható.

2. táblázat

A szimulációs kísérletek adatainak összefoglalása

Betáp., ml/s (1)	c_A , g/l (2)	c_B , g/l (3)	Rotációs időlépés, s (4)	Recirk., ml/s (5)	Eluens, ml/s (6)	Extraktum, ml/s (7)	Extraktum A, g/l (8)	Extraktum B, g/l (9)	Raffinátum, ml/s (10)	Raffinátum A, g/l (11)	Raffinátum B, g/l (12)	Termelékenység, mg A/(kg töltet óra) (13)	Fajl. oldószer szükséglet, l/g A (14)
0.025	4	1	1350	0.0367	0.1253	0.1083	7.7E-9	0.23054	0.042	2.3809	7.74E-4	5733	1.503
0.025	4	1	1250	0.0367	0.1217	0.1083	9.17E-7	0.23084	0.0384	2.6040	2.4E-6	5741	1.465
0.025	4	1	1350	0.0330	0.1217	0.1083	5.85E-7	0.23084	0.0384	2.6042	1.03E-5	5734	1.466
0.0125	8	2	1350	0.0367	0.1317	0.1183	1.5E-8	0.21133	0.0259	3.8610	2.23E-8	5735	1.441
0.025	8	2	1350	0.0367	0.1317	0.1183	1.95E-8	0.39550	0.0384	5.2083	0.0836	11468	0.783
0.025	8	2	1250	0.0367	0.1317	0.1183	2.3E-9	0.42259	0.0384	5.2083	1.89E-4	11468	0.783
0.0125	16	4	1350	0.0330	0.1317	0.1183	5.0E-10	0.42265	0.0259	7.7220	8.25E-7	11469	0.721
0.0125	16	4	1250	0.0367	0.1317	0.1183	2.5E-9	0.42266	0.0259	7.7220	2.3E-7	11469	0.721
0.025	8	2	1000	0.0300	0.1517	0.1383	0.47732	0.36153	0.0383	3.4892	0	7678	1.319
0.0125	8	2	1350	0.0367	0.1317	0.1183	1.5E-8	0.21133	0.0259	3.8610	2.23E-8	5733	1.442
0.0125	8	2	1125	0.0367	0.1317	0.1183	0.0328	0.11133	0.0259	3.7510	0	5511	1.500
0.0125	8	2	1350	0.0440	0.1317	0.1183	0.04348	0.21133	0.0259	3.6624	4.95E-6	5438	1.520
0.0125	8	2	1350	0.0367	0.1098	0.0964	1.68E-8	0.25934	0.0259	3.8610	2.22E-8	5734	1.223
0.0125	8	2	1620	0.0367	0.1317	0.1183	0.03801	0.21126	0.0259	3.6874	3.02E-4	5476	1.510
0.0125	8	2	1350	0.0306	0.1317	0.1183	0.00336	0.21133	0.0259	3.8455	1.0E-10	5711	1.447
0.0125	16	4	1250	0.0367	0.1317	0.1183	2.5E-9	0.42266	0.0259	7.7220	2.3E-7	11467	0.721
0.0125	20	5	1250	0.0367	0.1317	0.1183	2E-10	0.52832	0.0259	9.6525	2.61E-6	14334	0.577
0.0125	24	6	1200	0.0360	0.1317	0.1183	5.85E-5	0.63398	0.0259	11.583	2.79E-6	17199	0.481
0.0125	24	6	1200	0.0370	0.1317	0.1183	3.2E-7	0.63398	0.0259	11.583	4.51E-6	17199	0.481
0.0125	21	9	1200	0.0370	0.1317	0.1183	0	0.95097	0.0259	10.135	1.97E-6	15049	0.549
0.0125	22.5	7.5	1200	0.0370	0.1317	0.1183	1.8E-9	0.79248	0.0259	10.859	3.11E-6	16124	0.513
0.0125	25.5	4.5	1200	0.0370	0.1317	0.1183	2.24E-5	0.47549	0.0259	12.307	5.89E-6	18274	0.452

Table 2: Summary of a characteristic part of the computational experiments

Feed(1), Concentration of A(2) and B(3) in the Feed, Switching time step(4), Recycle flow rate(5), Eluent flow rate(6), Extract flow rate(7), Concentration of A(8) and B(9) in the Extract, Raffinate flow rate(10) Concentration of A(11) and B(12) in the Raffinate Production rate (mg A/kg packing hour)(13), Specific solvent consumption(14)

Az SMB-10 kísérletnél (1. táblázat) szintén 8 oszlopos 2-2-2-2 elrendezést alkalmaztunk, de itt már a nagyobb anyagforgalomnak megfelelően nagyobbak a recirkulációs áramok, valamint a raffinátum tisztaságának biztosítása érdekében megnöveltük a friss eluens mennyiségét és az extraktum/raffinátum arányt. Az is látszik, hogy a mért és szimulált adatok egyezése igen jó, (3. 4. és 5. ábra) tehát a szimulációs

programot felhasználhatjuk az SMB folyamattervezésére és a közel optimális működtetési paraméterek meghatározására.

3. ábra

Mért és szimulált átlagos raffinátum összetétel az SMB-10 kísérletben

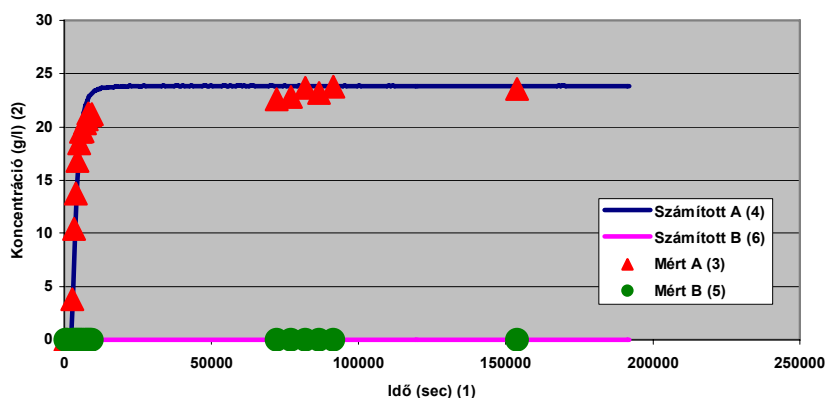


Figure 3: Simulated and measured average raffinate composition of experiment SMB-10

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured A(3), Calculated A(4), Measured B(5), Calculated B(6)

4. ábra

Mért és szimulált átlagos extraktum összetétel az SMB-10 kísérletben

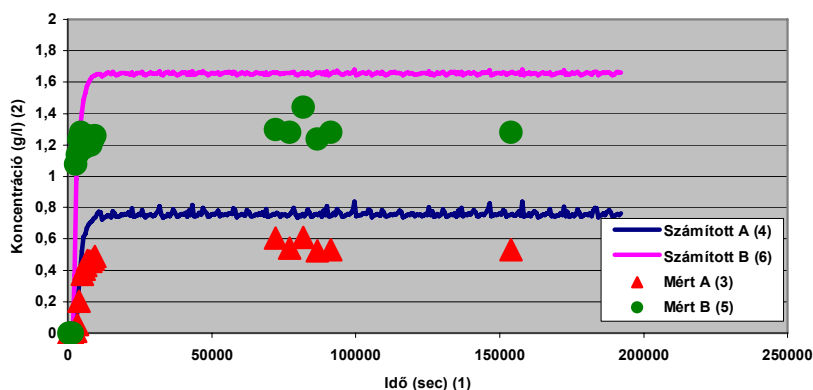


Figure 4: Simulated and measured average extract composition of experiment SMB-10

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured A(3), Calculated A(4), Measured B(5), Calculated B(6)

5. ábra

Átlagos oldatfázisbeli koncentráció profilok az SMB-10 kísérletben

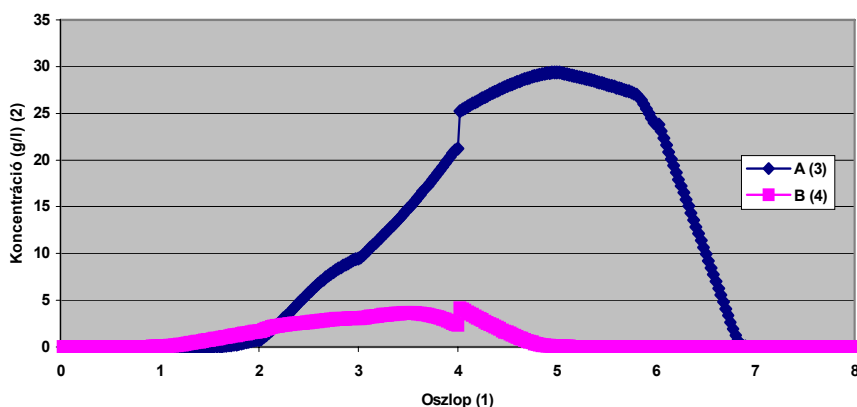


Figure 5: Average liquid concentration profiles of experiment SMB-10

Number of columns in the SMB unit(1), Concentration (g/l)(2), Calculated A(3), Calculated B(4)

A nyolc oszlopos elrendezés vizsgálata után tizenhatra növeltük a berendezésben az oszlopok számát. Arányosan növelve az áramokat számítógépes szimulációs vizsgálatok alapján azt találtuk, hogy a 4-4-4-4 elosztás nem ad jobb eredményeket fajlagos paraméterek tekintetében, mint a nyolc oszlopos 2-2-2-2 elosztás.

Ezután azt vizsgáltuk, hogy milyen lehetőségek rejlenek az egyes zónák oszlopszámának a változtatásában. Tanulmányoztuk a 2-6-6-2 felosztást (1. táblázat, SMB-14, SMB-15 kísérletek).

A nyolc oszlopos rendszerben elérhetőhöz képest duplájára növeltük az eredeti összetételű betáplálási áramot. Ennek arányában növeltük a recirkulációs áramokat. Arányosan növeltük a friss eluens mennyiségét, de a biztosan tiszta extraktum biztosítására törekedve a többletet elosztottuk az extraktum és a raffinátum elvezetése között (1. táblázat, SMB-14 kísérlet). Az ezen paraméterek alapján elvégzett kísérlet esetében azonban 16 teljes ciklus után a B komponens a megengedettnél nagyobb mennyiségben szennyeződésként megjelent a raffinátumban, miközben az extraktum tiszta maradt (3. táblázat). A hosszabb időtartamú szimuláció elemzése alapján megállapítottuk, hogy a raffinátum elszennyeződése egy nagyon lassú tranziens folyamat csak analitikai szempontból hirtelen megjelenő következménye, ami a hosszabb időtartamú szimuláció alapos elemzésével elkerülhető. A szennyeződés több eluens felhasználásával és nagyobb extraktum/raffinátum elvételi arány alkalmazásával kiküszöbölhető.

Ezek alapján az SMB-15 kísérlet során az SMB-14 kísérlet paramétereire képest megnöveltük a friss eluens mennyiségét, valamint az extraktum/raffinátum arányt (lásd 1. táblázat). Így a legjobb nyolc oszlopos kísérlethez viszonyítva csak kismértékben megnövekedett fajlagos oldószer felhasználással tudtunk tiszta raffinátumot és kevés A komponenst tartalmazó extraktumot előállítani (3. táblázat.).

3. táblázat

Az SMB kísérletek fajlagos adatai

SMB kísérletek (1)	Betáplálás A:B (g/l) (2)	Termelékenység P_A [mg/(g perc)] (3)	Fajlagos oldószer felhasználás (ml/mg A) (4)	Kihozatal (%) (5)	Tisztaság (%) (6)
Izokratikus, 8 oszlopos, 4 zónás, oszlopok felosztása: 2-2-2-2 (7)					
SMB-6	4:1	0.1037	1.3442	100	100
SMB-10	36:9	0.7468	0.2312	89.70	100
SMB-12	36:9	0.7891	0.2429	98.62	100
Izokratikus, 16 oszlopos, 4 zónás (8)					
SMB-14 2-6-6-2	36:9	0.8114	0.2376	100	97.46
SMB-15 2-6-6-2	36:9	0.7920	0.2471	99.31	100
SMB-17 3-4-7-2	36:9	0.8065	0.1907	99.25	100
Gradiens, 16 oszlopos, 3 zónás (9)					
SMB-18 3-5-8	48:12	1.0175	0.2015	99.86	100

Table 3: Specific parameters of SMB experiments

SMB experiments(1), Feed A:B (g/l)(2), Production rate (P_A [mg/(g min)])(3), Specific eluent consumption (ml/mg A)(4), Recovery (%) (5), Purity (%) (6), Isocratic, 8 columns, 4 zones, column configuration 2-2-2-2(7), Isocratic, 16 columns, 4 zones(8), Gradient, 16 columns, 3 zones(9), SMB-6, SMB-10, SMB-12, SMB-14, SMB-15, SMB-17, SMB-18 are identification signs of SMB experiments

Ezt követően az oszlopok elosztásának további finomításával alapvető célunk a fajlagos oldószer felhasználás csökkentése lett. Számítógépes szimulációs vizsgálatok alapján ez úgy érhető el, hogy változatlan oldat recirkuláció és rotációs időlépés mellett át kell térni a 3-4-7-2 kapcsolásra (1. táblázat SMB-17 kísérlet, 6. 7. és 8. ábra). A nagy oszlop-számot a III-as és II-es zónában az indokolja, hogy itt történik a nagy mennyiségű, kevésbé kötődő A komponens és a kisebb mennyiségű, de igen jól kötődő B komponens szétválasztása. Az I-es zónában pedig azért kell több oszlop, hogy elkerüljük a raffinátum elszennyeződését, mert itt történik az adszorbeálódott B komponens kimosása a rendszerből.

Az előzőekben leírtak szerinti kapcsolás esetén csökkenthető a fajlagos oldószer felhasználás, (3. táblázat SMB-17 kísérlet adata összevetve SMB-15-tel), ugyanakkor (elsősorban a II. zóna jobb működése érdekében) bizonyos fokig növelni kell a raffinátumban elvezetett oldat áram arányát.

Végül megvizsgáltuk a nyitott körös megoldást, (1. táblázat SMB-18 kísérlet, 9. 10. és 11. ábra) amikor nem alkalmazunk folyadék recirkulációt a rendszerben. Ebben az esetben a szétválasztandó A+B elegyet tiszta diklór-metánban oldottuk fel és így tápláltuk be a készülékbe. Így jelentősen meg tudtuk növelni az oldhatóságot. Az oldhatóság növelése révén a fajlagos paraméterek jelentős javulását értük el (3. táblázat).

6. ábra

Mért és szimulált átlagos raffinátum összetétel az SMB-17 kísérletben

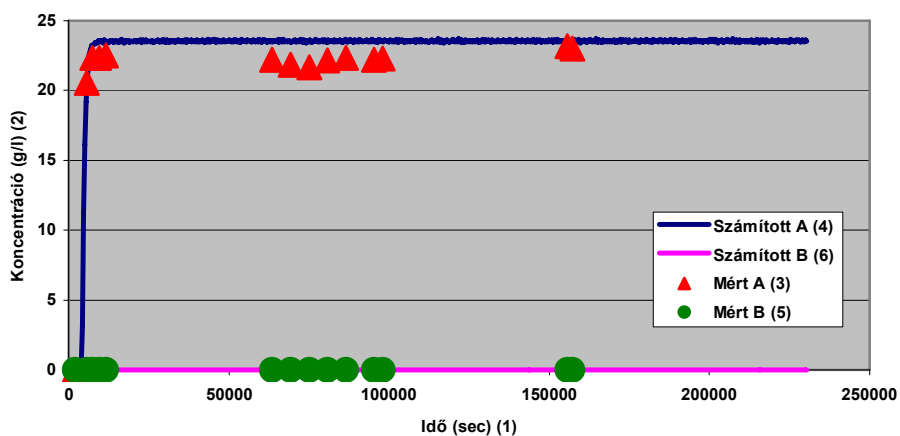


Figure 6: Simulated and measured average raffinate composition of experiment SMB-17

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured A(3), Calculated A(4), Measured B(5), Calculated B(6)

7. ábra

Mért és szimulált átlagos extraktum összetétel az SMB-17 kísérletben

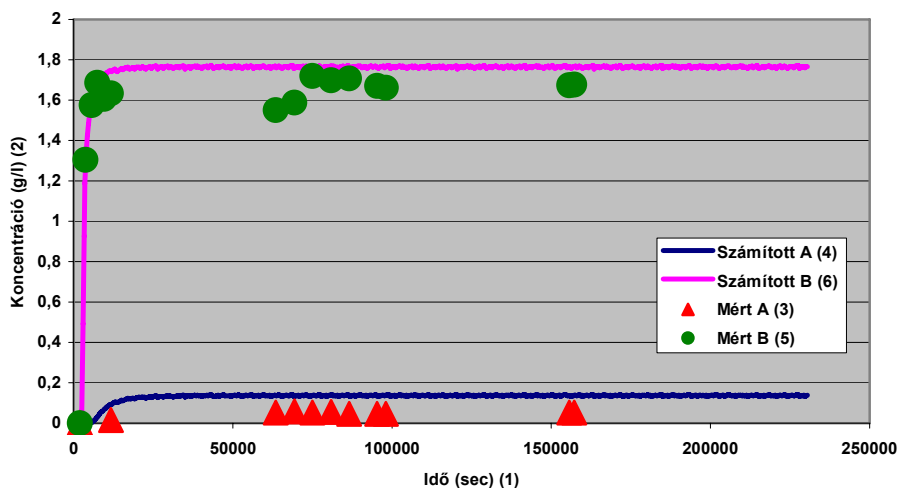


Figure 7: Simulated and measured average extract composition of experiment SMB-17

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured A(3), Calculated A(4), Measured B(5), Calculated B(6)

8. ábra

Átlagos oldatfázisbeli koncentráció profilok az SMB-17 kísérletben

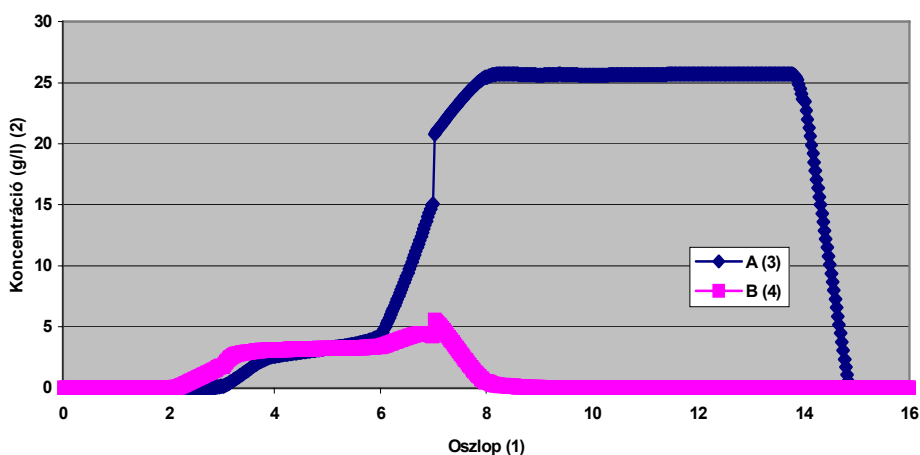


Figure 8: Average liquid concentration profiles of experiment SMB-17

Number of columns in the SMB unit(1), Concentration (g/l)(2), Calculated A(3), Calculated B(4)

9. ábra

Mért és szimulált átlagos raffinátum összetétel az SMB-18 kísérletben

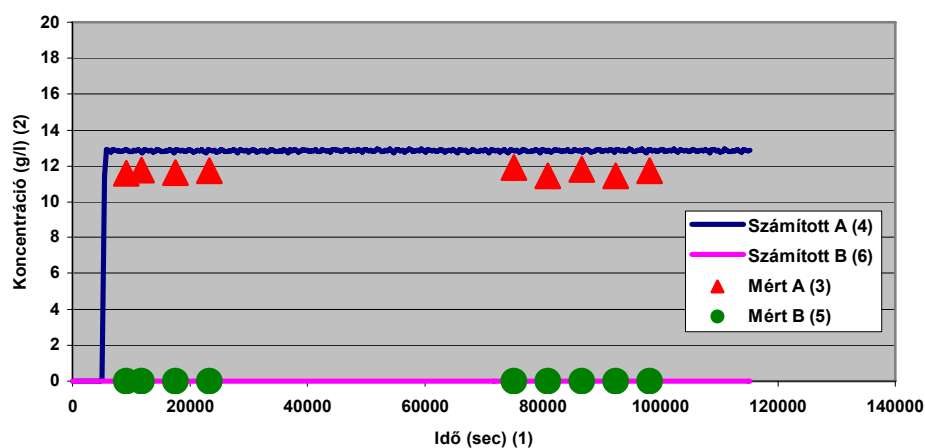


Figure 9: Simulated and measured average raffinate composition of experiment SMB-18

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured A(3), Calculated A(4), Measured B(5), Calculated B(6)

10. ábra

Mért és szimulált átlagos extraktum összetétel az SMB-18 kísérletben

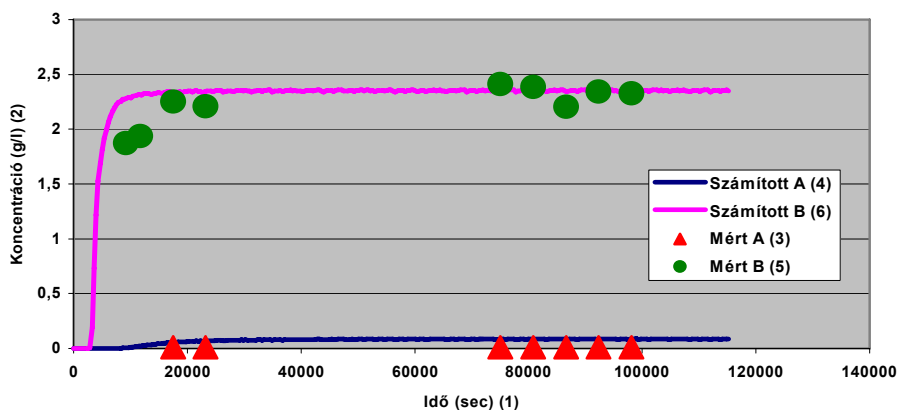


Figure 10: Simulated and measured average extract composition of experiment SMB-18

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured A(3), Calculated A(4), Measured B(5), Calculated B(6)

11. ábra

Átlagos oldatfázisbeli koncentráció profilok az SMB-18 kísérletben

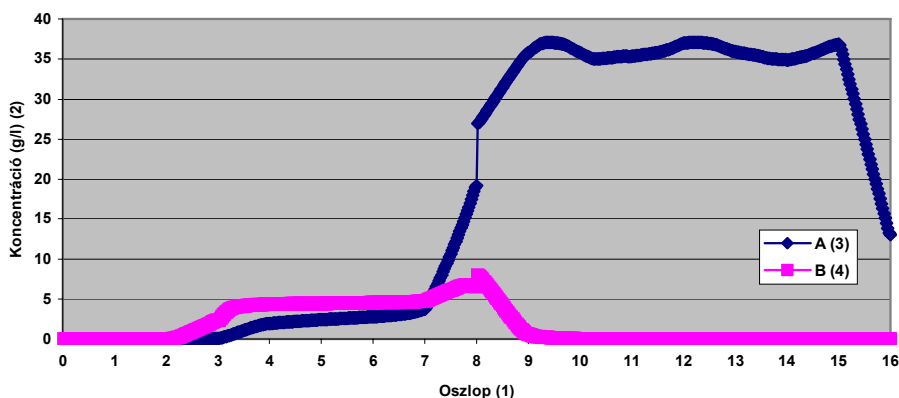


Figure 11: Average liquid concentration profiles of experiment SMB-18

Number of columns in the SMB unit(1), Concentration (g/l)(2), Calculated A(3), Calculated B(4)

Összességében sikerült a termelékenységet az elúciós technikához képest háromszorosára növelni, a fajlagos oldószer fogyasztást kétharmad részére csökkenteni, jobb kihozattal és a megfelelő terméktisztaság biztosításával. (12. ábra)

12. ábra

Az egyszerű elúcióval elérhető és az SMB kísérletek során kapott fajlagos adatok összehasonlítása

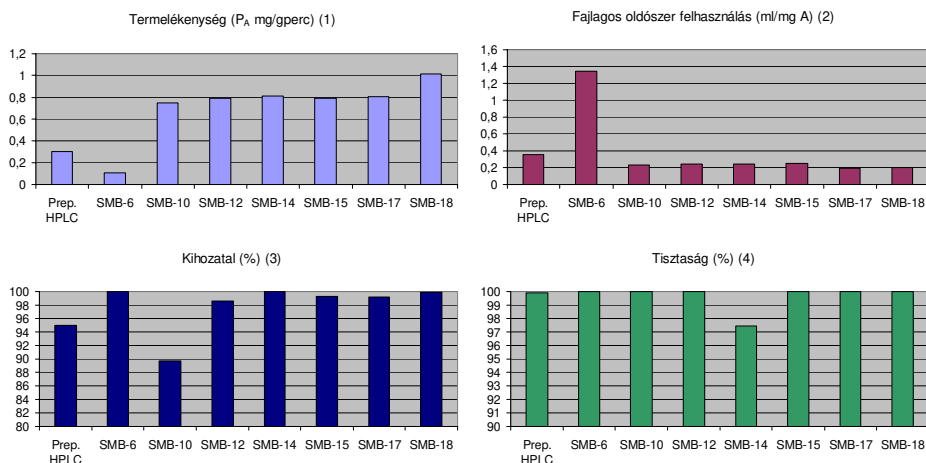


Figure 12: Comparison of specific capacity parameters of simple elution and SMB experiments

Production rate P_A (mg/g min)(1), Specific solvent consumption (ml/mg A)(2), Recovery (%) (3), Purity (%) (4)

ESETTANULMÁNY AZ SMB MŰKÖDÉSÉNEK DIAGNOSZTIZÁLÁSÁRA ÉS SZABÁLYOZÁSÁRA

A szimulált mozgóágyas műveleti egység szabályozását a nagyon lassú tranziensek nehezítik meg. A műveleti egység többszintű dinamikával rendelkezik: az elemi folyamatok felett egy oszlopszintű viselkedés, majd e felett a ciklikus oszlopcseré következtében egy rendszerszintű viselkedés jelenik meg. Mindez, különösen aszimmetrikus kapcsolások esetén bonyolult felharmónikusokat eredményez.

A többszintű dinamikát és a lassú tranzienseket figyelembe véve, a pillanatnyi változások alapján hozott gyors döntések végrehajtásával nem oldható meg a rendszer szabályozása. Az ilyen, szokásos szabályozási megoldás a tapasztalatok szerint a működés oly mértékű megzavarását eredményezi, aminek a végén már csak a teljes elúciót követő újraindítás segít.

A megoldást az jelenti, ha a rendszer diagnosztizához ritkán vett és hosszabb időszakokra jellemző átlagmintákat veszünk és azokat pontos analitikai módszerekkel minősítjük. Ezen túlmenően, az összes korábban végzett technológiai kísérlet, illetve szimulált működés eredményét hasznosítva egy olyan szakértői adatbázist kell kialakítani, amelyik fokozatosan növekvő ismeretek alapján, egyre pontosabb diagnosztizálást és szabályozást tesz lehetővé. A következőkben bemutatott esettanulmány ennek a most készülő rendszernek a lényeges elemeit illusztrálja.

A 13. és 14. . ábrán az SMB egy pseudo-stacionárius állapotának diagnosztizát szemléltetjük. Az 13. ábrán látható, hogy mintegy 5 óra működés után az extraktumban

megjelenik a szennyeződés. A kilépő áram koncentrációja pszeudo-stacionárius állapotot mutat, ugyanakkor a 14. ábra tanulsága szerint a kumulált akkumuláció még több mint egy nap múlva is, lassú változást jelez.

13. ábra

Az extraktum elszennyeződése

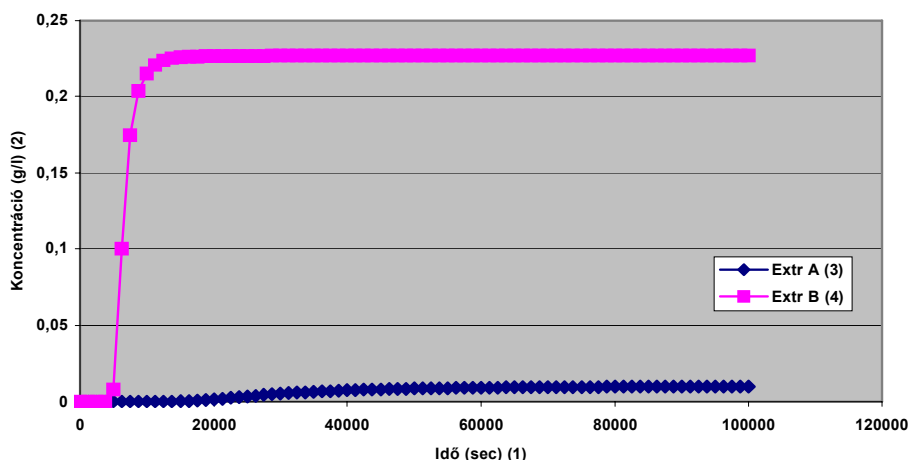


Figure 13: Contamination of the Extract

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), A int the Extract(3), B int the Extract(4)

14. ábra

A komponensek pillanatnyi és kumulált akkumulációja

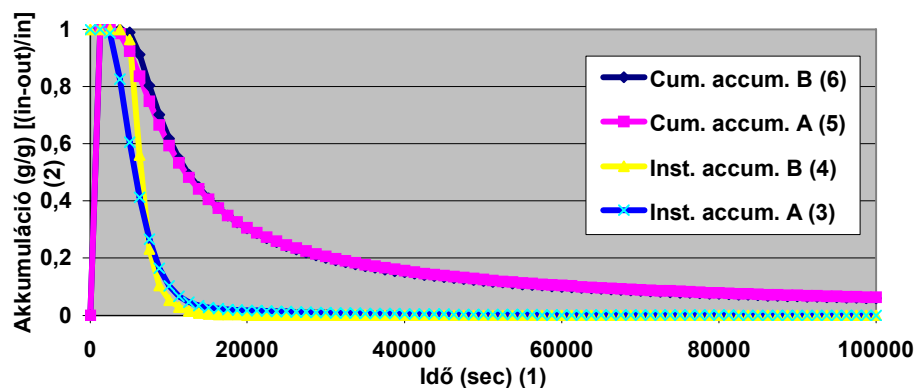


Figure 14: Instant and cumulated accumulation of the compounds

Time (sec)(1), Accumulation (g/g) [(input-output)/input](2), Instant accumulation of A(3), Instant accumulation of B(4), Cumulated accumulation of A(5), Cumulated accumulation of B(6)

Ez a példa is jól illusztrálja, hogy az egyes zónákban lévő komponensek összegzett mennyisége, valamint a kilépő áramok rotációs időlépésre átlagolt koncentrációi alapján, lehetőség nyílik a rendszer állapotát jellemző lényeges ismérvek felismerésére.

Mindez úgy valósítható meg, hogy a 15. ábrán bemutatott módon egy olyan integrált modellt generálunk, amelyben összegezzük az SMB zónáiban lévő oldat- és szilárdfázisbeli komponensek mennyiségét. Ezzel egyidejűleg számon tartjuk a környezetből belépő, illetve a környezetbe távozó valamennyi áram rotációs időlépésre átlagolt adatait, valamint a recirkulációs áramok hasonló jellemzőit.

15. ábra

A diagnosztizáló és szabályozó modell származtatása

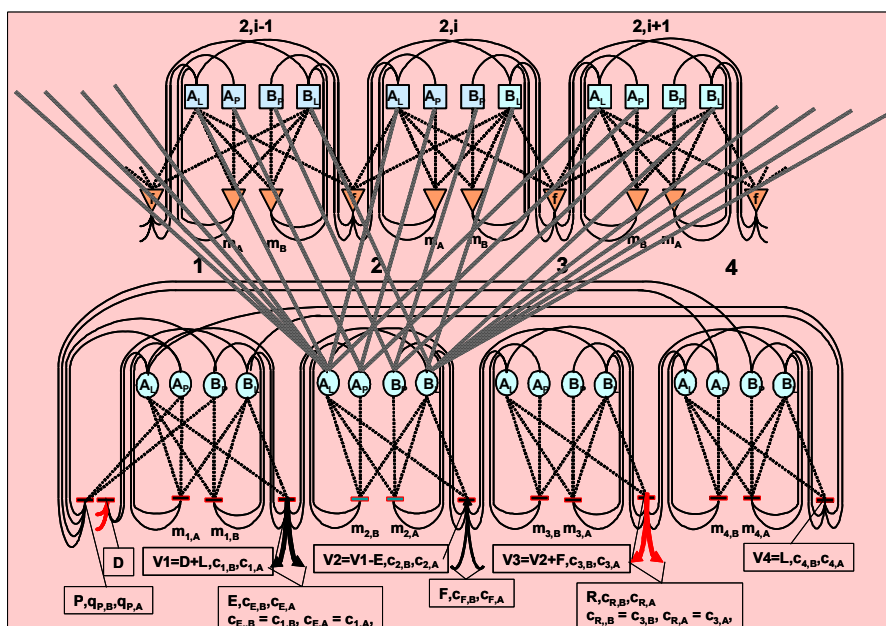


Figure 15: The aggregation of the simplified diagnostic and control model

i : the ordinal number of the spatial element 1-4: Zones, D : Eluent, P : „Rotation of the packing”, Column switching, E : Extract, F : Feed, R : Raffinate, c : liquid phase concentration, q solid phase concentration, B : More retained compound, A : Less retained compound, m : mass transfer, t : transportation, A : amount of the less retained compound, B : amount of the more retained compound, Lower indexes: L : liquid phase, P : packing phase, A : less retained compound, B : more retained compound, E : Extract, F : Feed, R : Raffinate, 1-4: zones, $V1$ - $V4$: flow rate in the respective zones

A diagnosztikai modell kialakításának következő lépése az, hogy az előzőek szerinti áramok és koncentrációk értékeléséhez fuzzy megítélési függvényeket rendelünk. Ennek megfelelően, egy koncentráció lehet például nulla, alacsony, közepes, magas, illetve állandó, csökkenő, vagy növekvő. Hasonló fuzzy kritériumokat rendelhetünk az egyes jellemző áramokhoz, illetve az egyes zónákban jellemző kumulált mennyiségekhez is.

Az elvégzett kísérletek, valamint szimulációs számítások alapján, egy kiegészítő számítógépi program segítségével automatikusan diagnosztikai szabályokat generálhatunk az egyes esetekre.

A 13. és 14. ábrán látható példa egy olyan esetet jellemez, amely akkor lép fel, ha túl kevés eluens kerül a raffinátumba. Ezt arról ismerhetjük fel, hogy a gyengébben kötődő komponens koncentrációja növekszik az extraktumban. A diagnosztizáló szabályt formális nyelven a következő módon írhatjuk le:

If $(\tilde{c}_{R,B} = \text{nulla}) \wedge (\tilde{c}_{R,A} = \text{áll.}) \wedge (\tilde{c}_{E,A} = \text{növekszik}) \wedge (\tilde{c}_{E,B} = \text{áll.}) \wedge \dots$

then Flux(D,R) = túl kicsi

If $(\tilde{\text{Flux}}(D,R) = \text{túl kicsi}) \wedge \dots$

then $(\Delta V := \text{nagyobb}(\tilde{\text{Flux}}(D,R)) \wedge (D := D + \Delta V) \wedge (R := R + \Delta V)$

Amennyiben az előzőek szerinti diagnózis jellemző, akkor a 16. ábra szerint módosítanunk kell az eluens és ezzel összhangban a raffinátum áramát. Ezt a szabályt formálisan a következő összefüggéssel írhatjuk le:

16. ábra

A módosítandó átvezető áram kijelölése

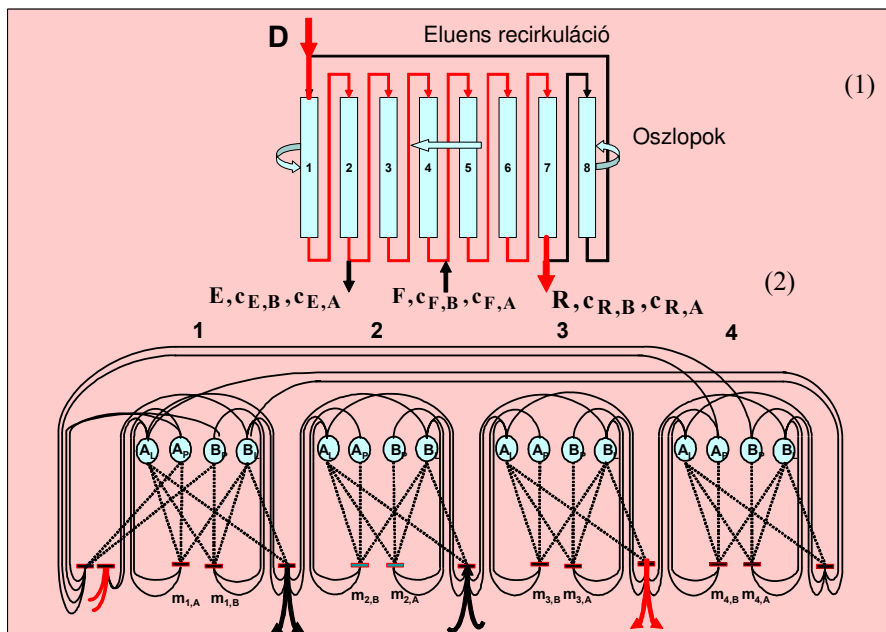


Figure 16: Selection of the complete flux route to be modified

Eluent recycle(1), Columns(2), 1-8: Columns, 1-4: Zones, D: Eluent, E: Extract, F: Feed, R: Raffinate, c: concentration, B: More retained compound, A: Less retained compound, m: mass transfer, t: transportation, A: amount of the less retained compound, B: amount of the more retained compound, Lower indexes: L: liquid phase, P: packing phase, A: less retained compound, B: more retained compound, E: Extract, F: Feed, R: Raffinate, 1-4: zones

A javasolt változás megvalósításának az SMB működésére gyakorolt hatását a 17. ábrán szemléltetjük. Az ábra tanúsága szerint, rövid transziens után a rendszer egy megfelelő új munkapontra áll át.

17. ábra

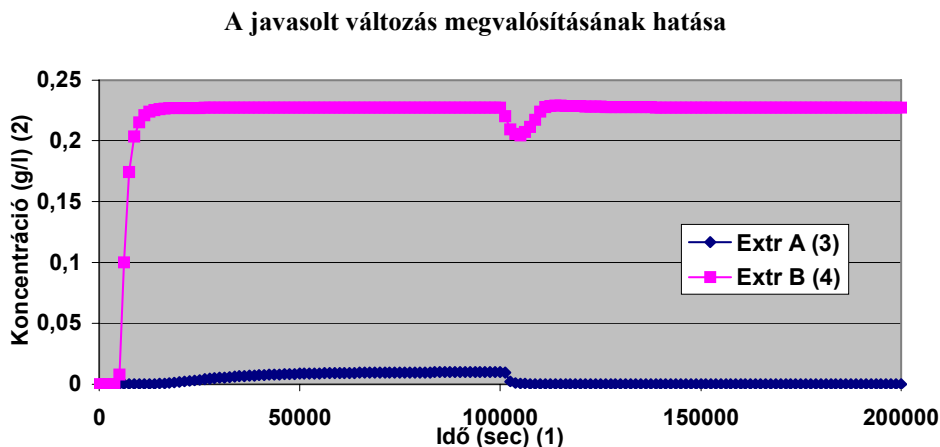


Figure 17: The effect of realization of the suggested change

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), A in the Extract(3), B in the Extract(4)

IRODALOM

- Csukás, B., Pózna, E. (1996). Discrete Modeling of Conservational Processes with Distributed Parameters by Direct Mapping. Hung. J. Ind. Chem., 24. 1. 69-80.
- Csukás, B., Balogh, S., Kováts, S., Aranyi, A., Kocsis, Z., Bartha, L. (1999). Process Design by Controlled Simulation of the Executable Structural Models. Comput. Chem. Engng., 23. 569-572.
- Csukás, B. (1998). Simulation by Direct Mapping of the Structural Models onto Executable Programs. AIChE Annual Meeteng, Miami, Paper #239/9.
- Csukas, B., Bankuti, Gy. (2003). Direct computer mapping of process models. In: Grossmann IE and McDonald C (eds) Foundations of Computer Assisted Process Operations, A View to the Future Integration of R&D, Manufacturing and the Global Supply Chain, AIChE INFORMS, 577-581.
- Csukas, B., Bankuti, Gy. (2003). Hybrid, quantitative and qualitative process simulation by the Generic Bi-layered Net model. In: Proceedings of 2003 IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing, Budapest, 283-289.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Temesvári Krisztina

Richter Gedeon Rt.

Technológiai Fejlesztési Laboratórium I., Kromatográfiás Egység

1475, Budapest 10. Pf. 27.

Gedeon Richter Ltd.

Technological Development I., Chromatography Laboratory

H-1475, Budapest 10. POB 27.

Tel.: 36-1-431-4093

e-mail: k.temesvari@richter.hu



Kísérlet gazdasági potenciálon-számításon alapuló lokális döntések alkalmazására egy keverési folyamat kétrétegű háló modelljében

Lehőcz G., Gudlin Gy., Csukás B., Bánkuti Gy.

Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánkban a Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézetében kifejlesztés alatt álló új szoftvertechnológiai módszer (Csukás és Bánkuti 2003a, 2003b) felhasználását tanulmányoztuk tárolásokból, valamint diszkrét és folytonos változásokból (vétél, feldolgozás, eladás) felépülő folyamatok dinamikus szimuláción alapuló tervezésére, illetve irányítására. A példafeladatot és az adatokat egy korábban vizsgált (Csukás et al. 2001, Bóity et al. 2001), növénytermesztést, takarmánykeverést és állattenyésztést folytató mezőgazdasági üzem takarmánykeverő rendszeréből vettük, egyúttal a rendszer hosszabb távú tervezése (planning) helyett áttértünk az ütemezés (scheduling) szintű részletes modellre. Elkészítettük a (matematikai/informatikai szempontból hibrid automataként értelmezhető (Bánkuti és Csukás, 2003)) modell generikus kétrétegű háló leírását, és az ennek megfelelő input adatbázist. A modellben lehetőséget biztosítottunk a kiadásokból származó költségek, illetve a bevételekből eredő igény mérték rendszeren belüli részletes követésére is. Az (egyelőre egyszerű, ezért áttekinthető és könnyen kiértékelhető) esettanulmányokban azt vizsgáltuk, hogy miként lehet lokális döntések meghozatalára hasznosítani az egyes alternatív, illetve konkurens tevékenységekben szereplő tárolókhoz rendelt költségek és igény mértékek alapján számított gazdasági potenciált. A szimulációs eredmények ismeretében megállapítottuk, hogy a generikus, kétrétegű háló modellen alapuló programozási módszer jól alkalmazható a szóban forgó diszkrét / folytonos, hibrid modellek leírására. Ugyanakkor biztató tapasztalatokat szerezünk a költségek, illetve igény mértékek részletes szimulációs követésén és a lokális gazdasági potenciálok összehasonlításán alapuló lokális döntések alkalmazásáról. Ez a módszer egy érdekes megoldást körvonalaz a nagy méretű „supply / demand chain” típusú problémák kezelésére is (Kulcsszavak: ütemezés, keverési probléma, lokális döntések, gazdasági potenciál, a generikus kétrétegű háló modell alkalmazása)

ABSTRACT

Experiment of Using Local Economic Potential Based Decisions for a Mixing Process by the Generic Bi-Layered Net Model

G. Lehőcz, Gy. Gudlin, B. Csukás, Gy. Bánkuti

University of Kaposvár, Institute of Mathematics and Information Technology, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Generic Bi-layered Net (Csukás and Bánkuti 2003a, 2003b) based software technology, developed for the Direct Computer Mapping of process models at the Institute of

Mathematics and Information Technology, University of Kaposvár, has been applied for the dynamic scheduling of a fodder mixing plant. The studied system is a typical example for a process, consisting of a network, built from storage volumes, as well as from discrete and continuous transportations and transformations (purchase, processing, transport, sale). The actual example for the simulation based investigation has been developed for an agricultural farm (Csukás et al. 2001, Bóity et al. 2001), containing cultivation, fodder mixing and pig-breeding. The formerly developed simplified, simulation based planning model has been changed for a detailed dynamic scheduling one. In this application the Generic Bi-layered Net model is used for the description of a hybrid automaton (Bánkuti and Csukás, 2003). The detailed structural model and the respective dynamic database have been described. In addition to the balance calculation we prepared the model also for the detailed dynamic simulation of the measures of demand and costs, coming from the sales, as well as from the purchases and processing, respectively. In the (for the time being simplified and plausible) case study, we investigated the possibility of the cooperative local decisions about the alternative and/or concurrent elementary processes, based on the economic potential, calculated from the summarized changes in the cost and in the measure of demand, associated with the respective storage volumes. The “possibility space” of the model is determined by the alternative purchases and sales, as well as by the concurrent mixing receipts, realizable in the single mixing equipment. The complexity of the system is increased by the possible sales of the raw materials of own production and, by the consumption of mixed products from other firms. According to our experiences the method tends to select the locally advantageous suboptimal solutions for each subsystem. A natural cooperativity is evolving in the system, because the same storage volumes are connected with various elementary processes that results in the overlapping of the neighboring local subgoals. The essence of this kind of cooperative architecture is that the functionally connected parts of the process are forced to develop such suboptimal states that allow developing the suboptimal configuration also for their neighbors. Based on our investigation it is obvious that the Generic Bi-layered Net model gives an adequate representation of the logistical processes involving discrete and continuous elements, while the method makes possible the dynamic accounting of the costs and measures of demand, associated with the storage volumes. The main conclusion is that with the knowledge of the cost- and measure of demand modifying effects of the alternative and/or concurrent processes we can make suboptimal cooperative local decisions based on the comparison of the respective economic potentials.

(Keywords: Scheduling; Mixing problem; Local decisions; Economic potential; Application of Generic Bi-layered Net model)

BEVEZETÉS

Sokfajta termelő, feldolgozó és elosztó (logisztikai) rendszer modellezhető tárolók és a tárolók között értelmezett tevékenységek időben változó struktúrájú hálózatával. A tevékenységek átalakítások vagy szállítások lehetnek. A vételek, feldolgozások és eladások egy része állandóan elérhető erőforráshoz tartozik, míg más tevékenységek ugyanazon erőforrásokat (például: teherautókat, feldolgozógépeket) használják. Ez utóbbi esetben ütemezni kell az egymással konkuráló tevékenységeket. Az alternatív és konkurens tevékenységek következtében a tervezés, majd az ezt követő megvalósítás és irányítás fázisában is sok lehetőségből kell kiválasztani az egy vagy több szempontból kedvező (optimális illetve szuboptimális) megoldást.

A világon jelenleg elterjedt módszerek nagy része az ún. globális optimum számításán alapul. Ugyanakkor a természetes folyamatokhoz hasonlóan, elvileg lehetőség van a szuboptimális megoldások gyors kifejlesztését biztosító kooperatív jellegű lokális döntések alkalmazására is. A szokásos megközelítésnél generáljuk a lehetséges megoldásokat és rendre meghatározzuk a globális célfüggvény értékeit, majd ezek ismeretében törekszünk a kedvező megoldások kiválasztására (Csukás és Balogh, 1998). A bonyolult természetes rendszerek ezzel szemben mindig lokális döntéseken alapulva működnek, mivel a teljes rendszer áttekintése (például a metabolikus folyamatok esetében) megoldhatatlan lenne. Munkánkban az előzőekben körvonalazott logisztikai rendszerek (Csukás et al., 2001; Bóity et al., 2001) esetében kíséreltük meg ennek a megközelítésnek az alkalmazását. A korábban vizsgált teljes mezőgazdasági üzemi struktúrából a keverőt emeltük ki (1. ábra).

1. ábra

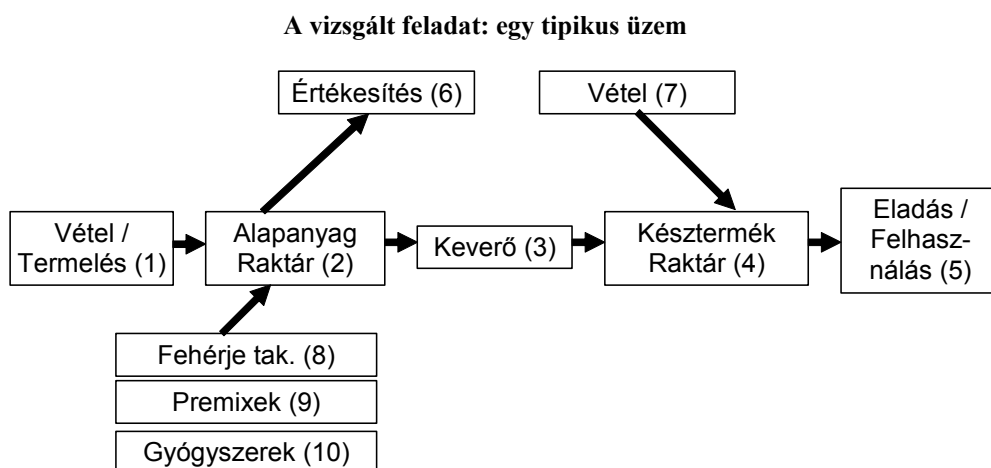


Figure 1: Problem to be solved: a typical farm

Purchasing/Production(1), Input Material(2), Mixer(3), Output Material(4), Sale/Consuming(5), Purchases(6), Sales(7), Protein fodder(8), Premixes(9), Medicines(10)

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az alkalmazott szimulációs módszer

A tárolásokból és változtatásokból (szállításokból és átalakításokból) felépített folyamatokat a Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézetében kifejlesztett és kutató generikus kétrétegű háló modellel (Csukás és Bánkuti, 2003a; 2003b) írjuk le. A 2. ábrán látható illusztrációnak megfelelően a modell úgynevezett passzív elemei az állapotokat, aktív elemei pedig a változásokat írják le. Ezen építőelemeket valamennyi hozzájuk tartozó adattal és programmal együtt egy, a különféle folyamatok számára kifejlesztett közös dinamikus adatbázis kétféle elemére képezzük le. Az elemeket egy általános rendeltetésű mag (kernel) program kezeli és ezen alapul a különféle időben változó struktúrájú folyamatok dinamikus szimulációja, valamint a szimulációval segített tervezése és szabályozása.

2. ábra

Az alkalmazott szimulációs módszer, a generikus kétrétegű háló modell

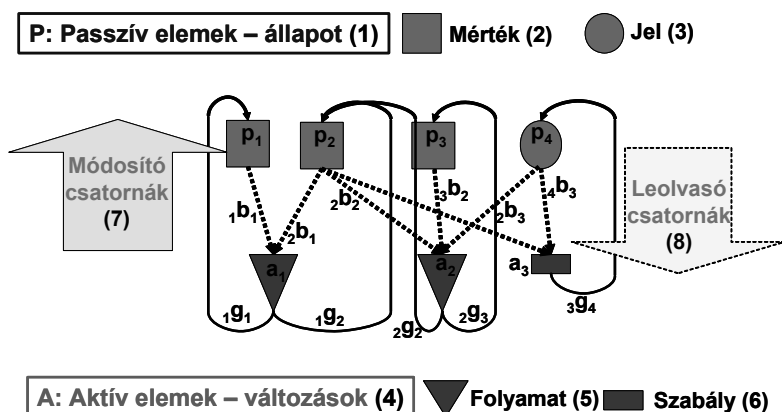


Figure 2: The Used Simulation Method, the Generic Bi-layered Net Model

Passive Elements - State(1), Measure(2), Sign(3), Active Elements - Changes(4), Transition(5), Rule(6), Modifying Channels(7), Reading Channels(8)

A generikus szimulátor egy (pl. EXCEL) input állományban rögzített adatokból generálja a folyamatot leíró ún. strukturális modell passzív mérlegelemeit és jeleit, valamint aktív elemi változásait és szabályait. A szimuláció a közvetlenül egy dinamikus adatbázisra leképezett aktív folyamatok kiszámításán, illetve a passzív mérlegelemek elszámolásán, illetve felülírásán alapul. A modell lényege a valamennyi megmaradási és információs folyamatot azonos adatszerkezettel leíró állapot és változás elemek közötti visszacsatolás. A szimuláció az előírt szempontok szerinti értékeléssel zárul.

Jelen munkában, a bevezetésben említett célkitűzés figyelembevételével, a módszert kiegészítettük a költségek és igény mértékek nyilvántartásával, valamint az egyes vétel, eladások és átalakítások összes költség- és igény mérték változási vonzatának követésével. Az adatbázisban minden tárolót az aktuális tömeggel, költséggel és igény mértékkel jellemezzük (ez utóbbi adat lényegében az adott anyagra vonatkozó „kereslet” kifejezője). Az egyes tárolókhöz rendelt költségek, igény mértékek és feltételek, valamint az egyes tevékenységek költség- és igény mértékmódosító hatását figyelembe véve azzal kísérleteztünk, hogy miképpen lehet lokális (azaz az alternatív vagy egymással konkuráló tevékenységosztályokhoz tartozó) döntéseket hozva, kedvező megoldásokat generálni. Az egyes tárolókhöz tartozó fontosabb adatok a következők: a tárolt anyag tömege; a tárolt anyag költsége; a tárolóhoz tartozó aktuális igény mérték; a tároló szintjének megítélési függvénye (pl. egy trapezoidális fuzzy szám négy karakterisztikus pontja, amelyek rendre a minimális, az elvárt alsó, az elvárt felső és a maximális szintet határozzák meg); a fajlagos tárolási költség; az esetleges romlásból származó fajlagos árcsökkenés.

A tevékenységeknek a jelenleg vizsgált példákban három fajtája van, amelyek rendre a vétel, az eladás és a szakaszos illetve folyamatos feldolgozás. Valamennyi tevékenység adott időpontokhoz, vagy időintervallumokhoz köthető. A vételhez és az eladásokhoz javasolt névleges tömegek tartoznak, az alternatív (egymást helyettesítő) vételket és eladásokat osztályokba sorolva tüntetjük fel. A szimulációnál a vétel és az

eladás a megfelelő tárolók közötti mennyiség illetve az ezzel járó költség transzportjával modellezzük, miközben az igény mérték ezzel ellentétes irányban és előjellel módosul. A feldolgozások jellemzői a következők: folyamatos feldolgozásnál a feldolgozási sebesség és a minimális időtartam, szakaszos feldolgozásnál az adag mérete és a feldolgozás időtartama; a feldolgozást végző egység (például takarmánykeverő) azonosítása; valamint a feldolgozás fajlagos költsége; a feldolgozás receptje, amely leírja, hogy a belépő anyagokat milyen arányban vesszük az egyes tárolókból, illetve milyen arányban helyezzük el az egyes terméktárolókban.

Több kiindulási anyag és termék esetén, a feldolgozás költségével növelt input érték összeget a igény mértékek arányában osztjuk el az output tárolókhoz rendelt költség jellemzők között. Fordítva, az output tárolók által fizetett igény mértéket („árat”) az input tárolókhoz tartozó költségek arányában osztjuk el az input tárolókhoz rendelt igény mérték jellemzők között.

Az alkalmazott algoritmus lényege az, hogy minden olyan tevékenységi ponton, ahol egymást helyettesítő vagy egymással konkuráló lehetőségek vannak lokálisan kiszámoljuk az összes változás következményét és azt a változást hajtjuk végre, amelyre nézve a kapcsolódó tárolókban a igény mérték és a költség különbségének összege (azaz az elemi folyamat P_k gazdasági potenciálja) maximális.

$$P_k = \sum_k (\Delta_i I_k - \Delta_i K_k) + (\Delta_o I_k - \Delta_o K_k) := \max$$

ahol: $\Delta_i I_k$ és $\Delta_i K_k$ illetve $\Delta_o I_k$ és $\Delta_o K_k$ rendre az igény mérték és a költség megváltozása a k-adik elemi folyamat által érintett input illetve output tárolókba.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A 4. ábrán a kétrétegű modell tárolóit körökkel, tevékenységeit vonalakkal ábrázoltuk (a körökben és bal indexben, e: eladó, i: input, o: output, v: vevő). Valamennyi tárolóhoz egy mennyiség (M), egy költség (K) és egy igény mérték (I) tartozik. A keverést a teljesítmény (E), az adott feldolgozás üzemideje (τ), és a keverési többletköltség (ΔK), valamint a receptura által meghatározott sztöchiometriai koefficiensek (m) jellemzik. Az ábrán vastag vonallal jelölt keveréshez tartozó tömeg-, költség- és igény mérték számítás egy részletét egyenletekkel is illusztráltuk (5. ábra). A 6. ábrán az egyes tartályokhoz rendelt fuzzy jellegű megítélési függvényre mutatunk be példát.

Ez a kis modell is illusztrálja azt a mezőgazdasági üzemekben tipikus esetet, hogy az alapanyagok alternatív vétele és a termékek alternatív eladása mellett gazdaságilag kedvező lehet a saját termelésű, illetve vásárolt alapanyagok eladása, vagy a kész takarmányok megvásárlása is. A tervezési, vagy üzemeltetési feladat megoldását nehezíti, hogy bizonyos erőforrások (jelen esetben a keverő) használatán több lehetséges konkurens folyamat osztozik. Kísérletünk arra irányult, hogy miként lehet az alternatív és konkuráló tevékenységek ütemezését a lokálisan számított gazdasági potenciál segítségével meghatározni. A 7. és 8. ábrán azt mutatjuk be, hogy miként választunk egy konkrét döntési ponton két lehetséges variáció közül.

A 9. ábrán azt illusztráltuk, hogy négy lehetséges takarmány keverése és folytonos felhasználása illetve időközönkénti vásárlása esetén hogy változik a megfelelő output tartályokban lévő mennyiség. A diagrammok elemzése alapján megállapítható, hogy a keverő a fizikai korlátokat, az előírt gyártási időket és az egyes termékek előállításának gazdasági potenciálját követve hogyan váltogatja a termelt anyagokat. Megjegyezzük, hogy a 2-es és a 4-es számú takarmány jár a legnagyobb gazdasági haszonnal.

4. ábra

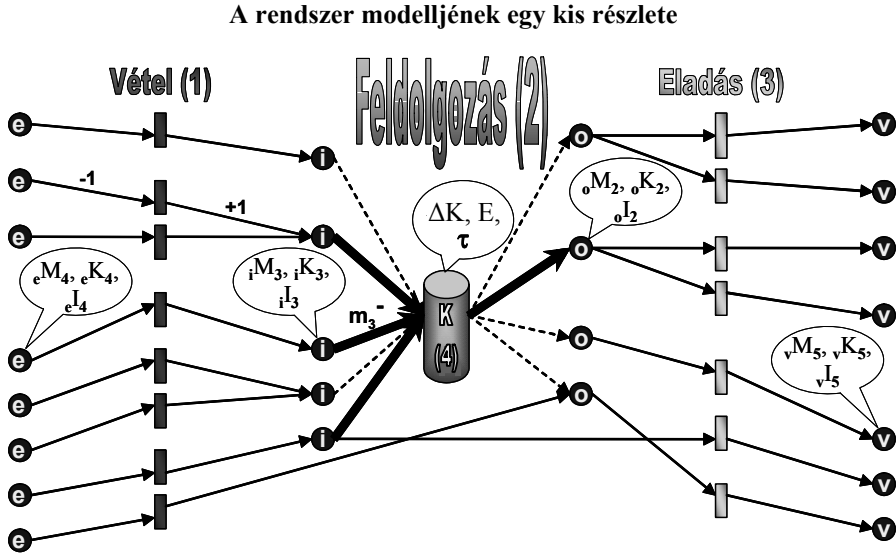


Figure 4: Closer View of the Fodder Subsystem

Purchasing(1), Processing(2), Sale(3), Mixer(4)

e: Vendor, i: Input, o: Output, v: Costumer, M: Weight, K: Cost, I: Measure of Demand,

τ : The time of the Process, E: Production Rate, m: Stochiometric Coefficients

5. ábra

Az alkalmazott összefüggések gazdasági potenciál lokális döntéshez

$$\Delta_i M_3 = -m_3^- \cdot \Delta M$$

$$\Delta_i K_3 = -m_3^- \cdot k_3 \cdot \Delta M$$

$$\Delta_i I_3 = \Delta_o I_2 \cdot \frac{{}_iK_3}{\sum_j {}_iK_j}$$

$$\Delta_o M_2 = \Delta M$$

$$\Delta_o K_2 = \sum_j k_j \cdot m_j^- \cdot \Delta M + \Delta K$$

$$\Delta_o I_2 = -\Delta M \cdot {}_oI_2$$

$$P_n = \sum_n (\Delta_i I_n - \Delta_i K_n) + (\Delta_o I_n - \Delta_o K_n) := \max!$$

n – edik elemi folyamatra

Figure 5: The Algorithm of the Economic Potential Based Local Decisions

M: Weight, K: Cost, I: Measure of Demand, m, k: Stochiometric Coefficients, P: Economic Potential for Each Elementary Process n

6. ábra

A tárolási korlátok figyelembevétele: a tárolók szintjének megítélési függvénye

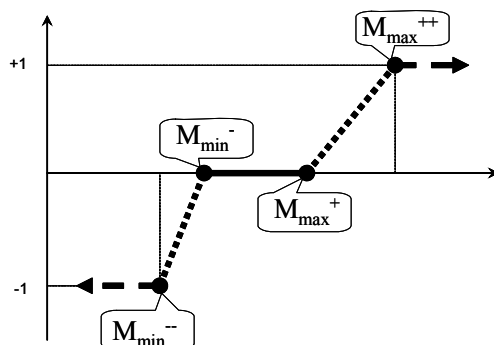


Figure 6: The “Fuzzy” Evaluating Function, Characterizing the Storages

M : Weight/Volume

7. ábra

Egy konkrét döntési pont I. recept(60:40%)

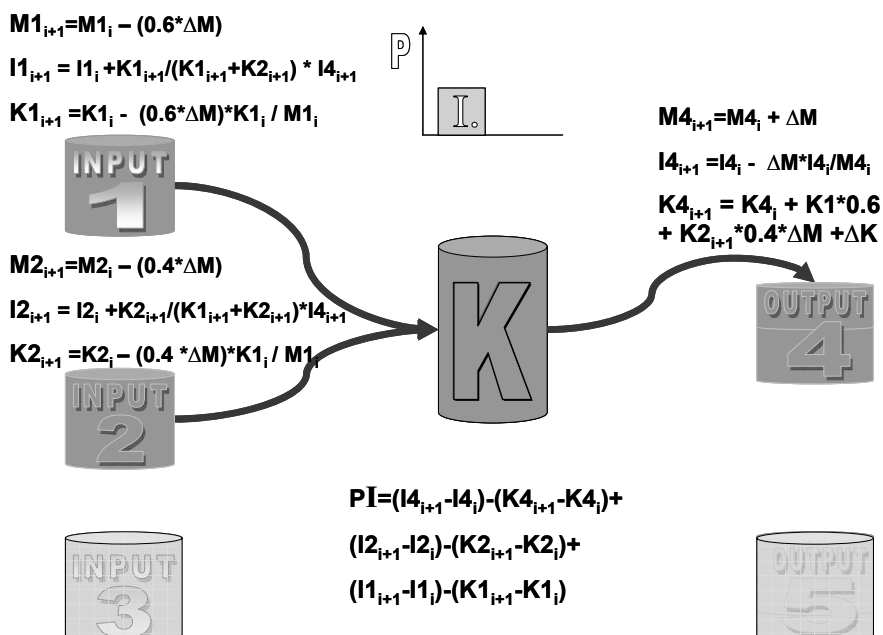


Figure 7: A Concrete Decision Situation, Recipe I. (60:40%)

M : Weight, K : Cost, I : Measure of Demand, P : Economic Potential, K : Mixer

8. ábra

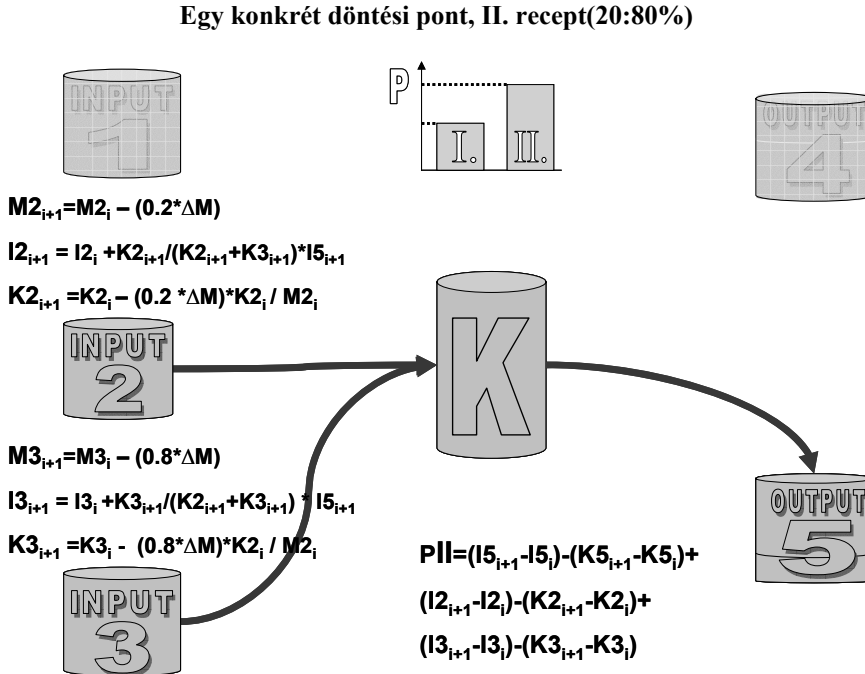


Figure 8: A Concrete Decision Situation, Recipe II.(20:80%)

M: Weight, K: Cost, I: Measure of Demand, P: Economic Potential, K: Mixer

A vizsgált példákba alternatív vételi és eladási lehetőségeket építettünk be és a korlátozott számú keverő egység számára több lehetséges keverési receptet adtunk meg. A rendszert a valóságban is tovább bonyolítja a saját termelésű anyagok lehetséges értékesítése, illetve egyes kész takarmányok lehetséges vásárlása. A szimulációs vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az alkalmazott algoritmus minden döntésnél törekszik a lokálisan gazdaságilag kedvező megoldás kiválasztására. Ugyanazok a tárolók különböző alternatív és/vagy konkurens tevékenységek input és output elemei lehetnek, ami egyfajta természetes kooperativitást alakít ki a módszer alkalmazásánál. A kooperativitás lényege az, hogy minden tevékenységet a saját környezetében lévő tárolókon keresztül értékelünk, ugyanakkor ezek a tárolók, átfedő módon, más tevékenységek értékeléséhez is hozzájárulnak. Ennek a fajta kooperativitásnak a szemléletes magyarázata az, hogy a funkcionálisan összekapcsolódó folyamatokat olyan irányba alakítjuk, hogy a velük kapcsolódó folyamatok is kedvező konfigurációt tudjanak megvalósítani.

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a generikus kétrétegű háló modell jól alkalmazható a diszkrét és folytonos elemekből felépített, változó struktúrájú logisztikai rendszerek leírására, és ezen belül az elemi tárolásokhoz és tevékenységekhez tartozó költségek és igény mértékek dinamikus követésére.

9. ábra

Példa az eredményekre

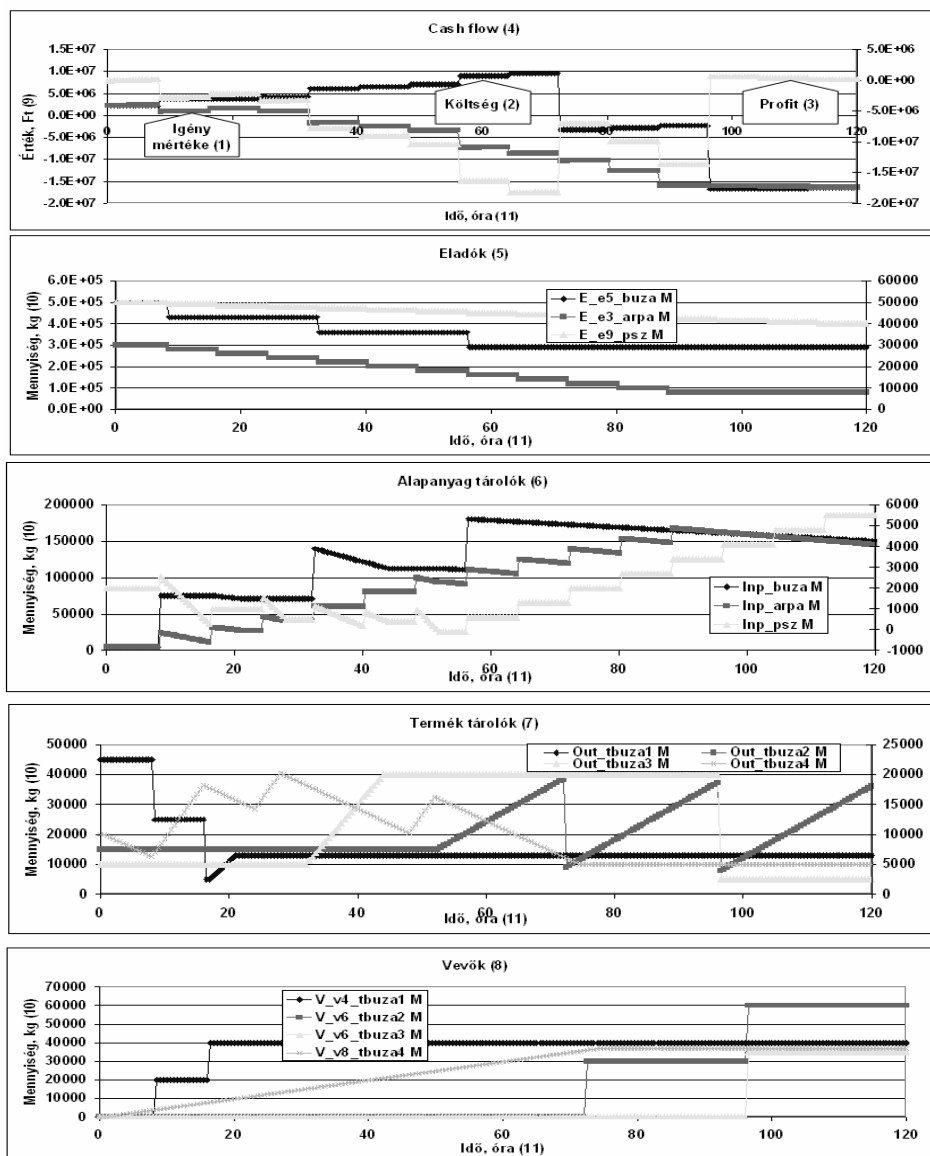


Figure 10: Examples for the Results

Measure of Demand(1), Cost(2), Profit(3), Cash flow(4), Vendors(5), Basic material storages(6), Product storages(7), Customers(8), Price, HUF(9), Volume, kg(10), Time, hour(11)

Megállapítható továbbá, hogy az egyes tárolókhoz rendelt költségek, igény mértékek és feltételek, valamint az egyes tevékenységek költség módosító hatását figyelembe véve a lokálisan számított gazdasági potenciálok összehasonlításával lokális döntéseket hozhatunk az alternatív, illetve egymással konkuráló tevékenységek közül a gazdaságilag előnyösebb megoldások meghatározására. Ez azt jelenti, hogy a folyamat szimulációja közben természetesen módon előnyösebb megoldások fejlődnek ki.

Kutatásunk jövőbeli célja az, hogy a módszerrel olyan nagyobb folyamatok döntéseiben nyújtsunk segítséget, ahol a globális optimum, már csak nehezen, vagy egyáltalán nem állapítható meg elegendően rövid idő alatt.

IRODALOM

- Bánkuti Gy., Csukás B. (2003). Egy hibrid automata kétrétegű háló modellje, Alkalmazott Informatikai Konferencia, Acta Agraria Kaposvariensis 7. 3. 87-94.
- Bóity O., Gudlin Gy., Tari Cs., Balogh S., Csukás B., Takátsy T. (2001). Kísérlet egy farmgazdálkodást segítő genetikai algoritmussal fejlesztett szimulátor kialakítására. Műszaki Kémiai Napok' 2001, Veszprém, 2001. április 24-26. Kiadvány 242-247.
- Csukás, B., Balogh, S. (1998). Combining Genetic Programming with Generic Simulation Models in Evolutionary Synthesis. Computers in Industry, 36. 181-197.
- Csukás B., Balogh S., Takátsy T., Bóity O., Guldin Gy., Tari Cs. (2001). Mérnöki logisztika az üzemirányításban. MTA Agrárműszaki Bizottságának Tanácskozása, Gödöllő, 2001. január 23-25.
- Csukás, B., Bánkuti, Gy. (2003a). Direct Computer Mapping of Process Models. In.: Grossmann, I. E. and McDonald, C. M. Eds.: Foundations of Computer-Aided Process Operations. A View to the Future Integration of R&D, Manufacturing and the Global Supply Chain. CACHE INFORMS, 2003. 577-581.
- Csukás, B., Bánkuti, Gy. (2003b). Generic Bi-Layered Net model of conservational and informational processes. In: C.H. Dagli, et al. Eds., Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks, Volume 13, Smart Engineering System Design: Neural Networks, Fuzzy Logic, Evolutionary Programming, Data Mining, Complex Systems and Artificial Life. ASME Press, New York, 2003. 769-774.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Lehőcz Gábor

Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézet

7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.

University of Kaposvár, Institute of Mathematics and Information Technology

H-7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.

Tel.: 36-70-273-5213

e-mail: lehoczg@matinf.gtk.u-kaposvar.hu



Működő technológia optimalizálása az irányító rendszer modelljének felhasználásával

Balaskó B., Németh S., Abonyi J.

Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék, Veszprém, 8200 Egyetem u. 10.

ÖSSZEFOGLALÁS

A vegyipari folyamatok optimalizálása elengedhetetlen elvárás. A vegyipar egyike a legmagasabb szinten automatizált iparágaknak, ezért magába foglalja az optimalizálhatóság potenciális lehetőségét a folyamatból érkező nagy mennyiségű adat - esetlegesen a priori információkkal kiegészített - feldolgozásával és az eredményeknek - mint fel nem tárt összefüggéseknek, információknak - a termelőfolyamatban való hasznosításával. Az adatalapú (fekete- vagy szürkedoboz modell) technikákon túl tradicionális modellalapú technikák alkalmazása is szükséges, ráadásul a vegyészmérnöki ismereteket szintetizáló modellekre alapozott algoritmusokat, programokat a fejlett folyamatirányító rendszerek (DCS) tartalmazzák, amelyek felülvizsgálata, továbbfejlesztése, illetve új modellek alkalmazása szintén komoly eredménnyel járhat. Ez a cikk egy működő polimer technológia irányító rendszerének vizsgálatával foglalkozik. Az irányító rendszer modelljének felépítésével és alkalmazásával, valamint az üzemi operátorok szakmai tapasztalatának felhasználásával lehetőség nyílik a termékek paraméterei és a technológiai változók közötti érzékenységvizsgálatokra, a technológia vegyészmérnöki modelljén alapuló állapotbecslő, illetve paraméter identifikáló módszerek fejlesztésére és tesztelésére, a technológia működésének minősítésére, nyomon követésére, illetve új munkapontok, termékek kidolgozására. Cikkünk célja, hogy áttekintse, milyen vizsgálatok és eszközök állhatnak rendelkezésünkre egy komplex, hierarchikusan felépített irányító rendszer felülvizsgálatához, illetve az ehhez kapcsolódó optimalizációs feladatok megoldásához, s bemutassa ezek alkalmazhatóságát egy valós ipari rendszeren. (Kulcsszavak: optimalizáció, irányító rendszer modell)

ABSTRACT

Application of First-principle Process Control Model in Optimization of a Polymerization Technology

B. Balasko, S. Nemeth, J. Abonyi

Pannon University, Department of Process Engineering, Veszprém, H-8200 Egyetem Str. 10., Hungary.

Nowadays the optimization of chemical processes is a basic expectation. Chemical industry is one of the most automated industries; therefore it has the potential for continuous improvements by analyzing the enormous quantity of process data with some a priori knowledge and by utilizing the results of previously unknown associations and information about the investigated technology. Beyond data based black- and grey-box modeling techniques, the traditional model-based approach is also needed to analyze and improve the engineering knowledge implemented in the distributed process control system (DCS) as equations and algorithms. This paper deals with the advanced process control system of an operating polymerization technology. Modeling the control system and applying the

experience of plant operators, sensibility-analysis between process values and product quality, state-estimating and parameter identification tools, control system and technology qualifying tools or new product operating points could be achieved. The purpose of this paper is to review the possibilities of supervising a complex, hierarchical control system and present its applicability on an real industrial example.

(Keywords: optimization, process control model)

BEVEZETÉS

A modern folyamatirányító rendszerekben mára alapkövetelmény lett az elosztott irányító rendszer (DCS) megléte, mely a lokális és koordináló szintű szabályozási feladatok elvégzésén túl rendelkezik az irányított folyamatból érkező adatok tárolására alkalmas funkciókkal. A vegyipari folyamatok magas fokú automatizáltságának köszönhetően egy bonyolultabb technológia esetében ez roppant nagy mennyiségű adatot jelent, ami potenciálisan magában hordozza ezek felhasználását a technológia rossz teljesítőképessége okainak feltárásában, a termelékenység, vagy termékminőség növelésében, megfelelő adatelemzési technikák alkalmazásával. Ezzel ellentétben ezt a lehetőséget a legtöbb ipari technológiában nem aknázzák ki adekvát módon, az elemzett adatbázisok arányát 5-10%-osra becsülik (Fayyad et al., 1997). A vegyipar viszont az elmúlt évtizedekben komoly versenypiacca változott, ahol a vevői igények minél gyorsabb és pontosabb kielégítése a cél a termékminőség javulása és a fajlagos költségek csökkentése mellett (Tousain et al., 2006).

A Pannon Egyetem (névváltoztatás előtt Veszprémi Egyetem) Folyamatmérnöki Tanszéke évek óta szoros együttműködésben dolgozik együtt a legnagyobb magyarországi vegyipari cégekkel, amelynek keretein belül operátori döntéstámogató rendszert (Abonyi et al., 2003; Pach et al., 2006), állapot- és termékminőség becslő eszközt (Feil et al., 2004) is kifejlesztettek polietilén üzemre. Jelen cikk is egy ilyen hosszabb távú fejlesztési terv részeredményeit foglalja össze, amely a TVK Rt. polipropilén üzemének optimalizációs eszközökkel történő támogatását tűzte ki célul.

A technológia adatainak statisztikai elemzésére számos eszköz áll rendelkezésre, amelyek főként az adatbányászat pl. csoportosítás, osztályozás, regresszió területeit, vagy valamilyen fekete doboz modell alkalmazását jelentik. Ilyenek például a változók terének, dimenziójának csökkentése PCA módszerrel (MacGregor és Kourti, 1995), vagy asszociációs szabálybázis felállítása (Pach et al., 2005). Ezek a megközelítések azonban *nem felügyelt tanuló algoritmusok*, hiszen figyelmen kívül hagyják, hogy a technológia az irányító modell alapján működik, amelybe a vegyészmérnöki ismeretek implementálva lettek. Ezért ezeknek a beépített elemeknek (empirikus egyenletek, mérlegegyenletek, kísérletileg kimért állandók, paraméterek) a vizsgálatához analóg módon struktúrált fehér doboz modell szükséges. Jelen cikk célja a technológia megismerésének folyamatában történő bemutatása, valamint az optimalizálás lehetséges eszközeinek ismertetése a TVK Rt. Polipropilén üzemének példáján.

TECHNOLÓGIA ÉS MÓDSZER

A polipropilén technológia vázlatos ismertetése

A TVK Rt. Polipropilén-IV üzemében (PP4) a Himont cég által kidolgozott Spheripol technológiát alkalmazzák, amely zagyfázisú, sorban kötött hurokreaktorokban termel homopolimert (propilén polimer), emellett lehetőség van etilén bevezetéssel random kopolimer (etilén-propilén polimer), vagy a kevert, gázfázisú reaktorban impakt kopolimer gyártására. A technológia egyszerűsített blokk-vázlatát mutatja az 1. ábra.

1. ábra

A polipropilén technológia blokksémája.

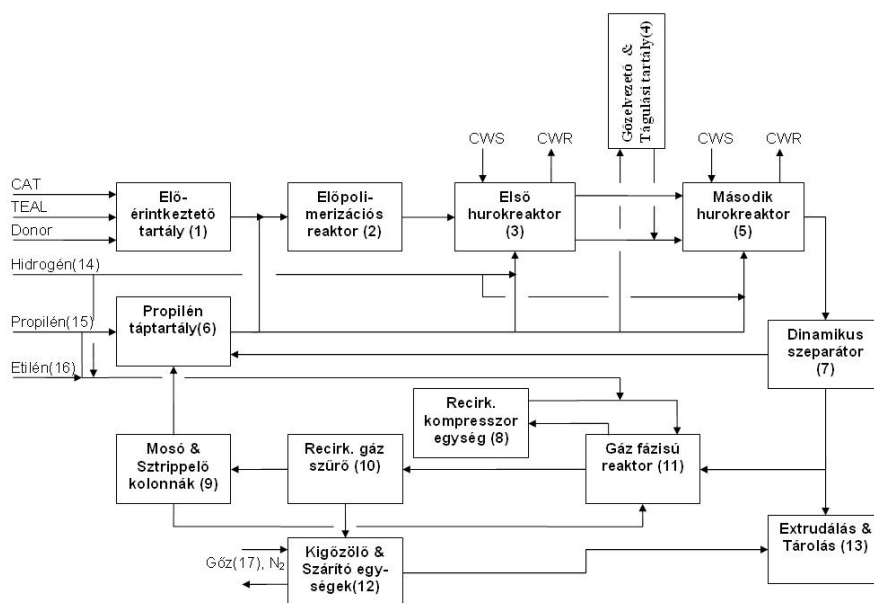


Figure 1: Block diagram of the polypropylene technology

Precontacting pot(1), Prepolymerization reactor(2), First loop reactor(3), Evaporator and expansion drum(4), Second loop reactor(5), Propylene feed tank(6), Dynamic separator(7), Recirc. compressor unit(8), Scrubber and stripper unit(9), Recirc. gas filter(10), Gas phase reactor(11), Steamer and dryer unit(12), Extrusion and storage(13), Hydrogene feed(14), Propylene feed(15), Ethylene feed(16), Steam(17).

A technológia lelke a háromkomponensű katalizátor-rendszer, mely 4. generációs Ziegler-Natta katalizátort ($\text{TiCl}_4/\text{MgCl}_2$) jelent TEAL (tri-etil-alumínium) kokatalizátor és szilán alapú donor mellett. A három komponenszt előérítkeztető tartályban keverik össze, melynek során az Al/Ti és Donor/Ti arányt szigorúan a megfelelő értéken kell tartani a megfelelő aktivitás elérése érdekében. A polimerizációt egy kisméretű, ún. előpolimerizációs reaktorban kezdik meg propilén monomer bevezetésével, a tömbpolimerizáció a két, sorba kötött hurokreaktorban valósul meg. A betáplált hidrogén - mint lánczáró ágens - mennyiségével szabályozzák a keletkező láncok hosszát, ezáltal a polimer belső viszkozitását, felhasználási tulajdonságait.

A termelési sebesség és a katalizátor produktivitás maximálása érdekében a tartózkodási időt, ill. az ezzel összefüggő zagysűrűséget a műszakilag lehetséges legmagasabb értéken tartják. A kilépő áramban kb. 50 m/m% a monomer-koncentráció, ezért ezt elgőzöltetés majd flash-elés révén visszanyerik. Impakt kopolimer gyártás esetén a polimert fluidágyas gázfázisú reaktorba vezetik, egyébként pedig kigőzölés és nitrogénes szárítás után az extrudáló alegységbe szállítják, majd tárolják. Kigázosítás után a propilén gázt folyékony propilénnel visszamosásák, az etilént sztrippelő kolonnában nyerik vissza.

Az alkalmazott módszer

Az optimalizációs feladatoknak az első lépése a korábban ismertetett technológia és az irányító rendszer alapos megismerése folyamatanalízis segítségével, melyet az irodalom „tudás feltárás”-nak nevez. A 2. ábra a folyamatanalízis elvi sémáját mutatja. Műveleti szinten a DCS biztosítja a technológia biztonságos üzemeltetését, továbbítja a technológia fontosabb változóinak mért értékét az operátorok felé, akik válaszul beavatkozhatnak a globális felhasználói állomáson (GUS) keresztül. A DCS és az operátorok munkáját fejlett modell alapú folyamatirányító rendszer (AM Process Computer) segíti, amely különböző alapjelek mért értékekből történő kiszámítása mellett több száz, a folyamatban közvetlenül nem mérhető, de a zavartalan üzemeltetés és a termék minősége szempontjából létfontosságú közvetett folyamatváltozót is kiszámít.

A tudás-feltárási szinten mind az alapjeleket, mind a folyamatváltozók és beavatkozó változók értékeit egy adattárházban tároljuk, és statisztikai, adatbányászati, vagy fehér doboz modellezési módszerekkel elemezzük. Az adattárházak olyan speciális adatelemző-döntéstámogató információközpontú környezetek - szemben az adatátvitel-központú környezetekkel - melyek megbízható, adatelemzés céljára gyűjtött adatokat tartalmaznak a technológiából.

2. ábra

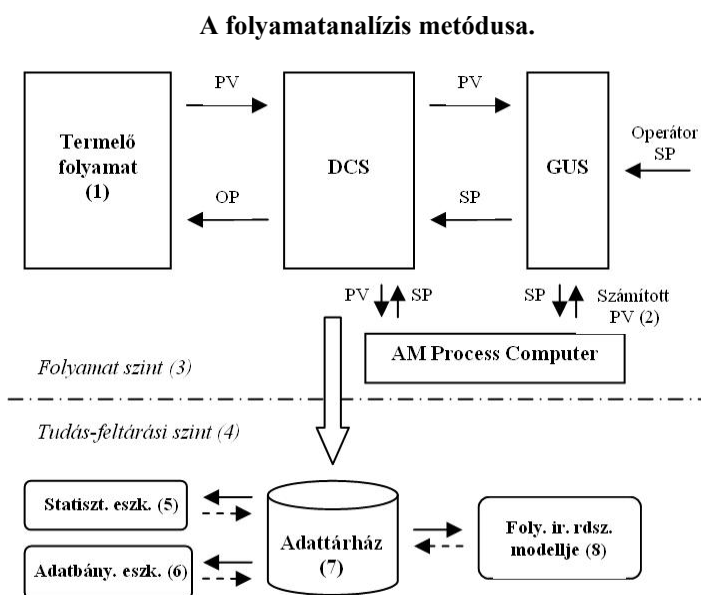


Figure 2: Proposed methodology of process analysis

Production process(1), Calculated PV(2), Process level(3), Knowledge discovery level(4), Statistical tools(5), Data mining tools(6), Data warehouse(7), Model of process control(8).

Az analízis során a technológia fejlett folyamatirányító rendszerét (APC – Advanced Process Control) implementáltuk MATLAB® Simulink® környezetben. Az APC egy hierarchikusan felépülő, kalkulációs modulokból álló folyamatirányító rendszer, ami a Simulink grafikus környezetében analóg módon leképezhető és tesztelhető.

Az irányító rendszer modellje

A technológia hierarchikusan felépített irányító rendszerét a Honeywell cég fejlesztette ki, melynek neve Profit[®] Controller. Ez egy többváltozós folyamatszabályozó és optimalizáló alkalmazás, melynek alapja egy modell alapú szabályozó rendszer (RMPCT[®] – Robust Multivariable Process Control Technology). A lokális szintű irányítási feladatokat PID szabályozók látják el, melyeknek alapjeleit az RMPCT-vel kooperáló APC számítja.

Az APC a mért folyamatváltozókat validálja és szűri, valamint alapjeleket számít a lokális szintű szabályozó köröknek, tehát a technológia közvetlen irányításért is felel. A számítások „gerince” a reaktorok hőmérlege alapján számított polimer termelési sebesség.

Az irányító rendszer szimulátorának elkészítését annak komplexitása mellett az is nehezíti, hogy az APC-ben implementált vegyészmérnöki modell egy összetett, több számítási kört tartalmazó algebrai és differenciál egyenletrendszer iteratív megoldását igényli. A szimulátor moduláris és hierarchikus felépítését szemlélteti a 3. ábra. Az ábra bal oldalán látható a tömbpolimerizáció szekcióra a kalkulációs blokkok összefüggő rendszere, melynek 38 folyamatoldali bemenete van, s ami még egyszerűsítve is 140 kimeneti értéket számol. Utóbbiak kisebb része alapjel, nagyobb hányada magasabb szintű alapjel-számító algoritmusok segédváltozója, a többi pedig indikatív jellegű változó. A 3. ábra jobb oldalán egy ilyen blokk belső szerkezete látható, ami jelen esetben az első hurokreaktor termelési sebességét számoló szimulátor szerkezete.

3. ábra

A szimulátor hierarchikus felépítése

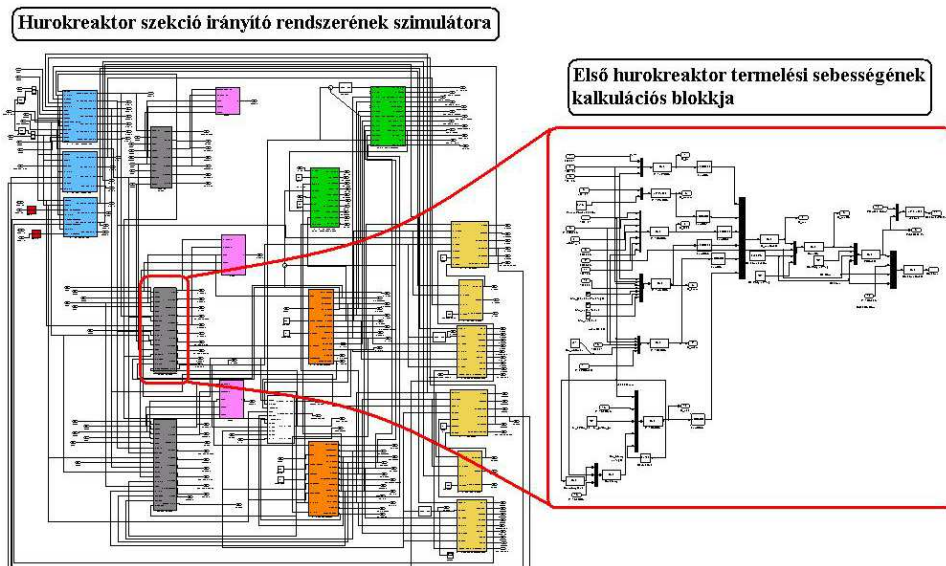


Figure 3: Hierarchical structure of the simulator: loop reactor section (left), first loop reactor production rate calculations (right)

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A szimulátor kimeneti eredményeit ellenőrzésképpen összevetettük az eredeti folyamatirányító rendszer által számított értékekkel négy fontos technológiai változó esetében: termelési sebesség, tartózkodási idő a reaktorokban és termelési arány az első reaktorban (a második reaktor ennek reciproka). Egy napos szimulációt végeztünk, hogy az esetleges eltérések nagyságát könnyebb legyen megítélni. Emellett a vizsgált időintervallum kb. 17. órájában (1020. perc) termékváltás kezdődik meg a termékváltási napló szerint, az ezt követő szakasz alkalmas volt annak megfigyelésére, hogy dinamizmusában követi-e a szimulátor az eredeti irányító rendszert. Az eredményeket a 4., 5., és 6. ábrák szemléltetik.

Az ábrákon a valós modell által számított értékeket szaggatott vonal, a szimulátor által számítottakat folytonos vonallal jelöltük, a konkrét értékeket normáltuk. A vízszintes tengely beosztása percben értendő, mivel a rendelkezésre álló üzemi adatok is egy perces gyakoriságúak.

Jól látható, hogy a szimulátort a még pontosabb eredmény érdekében „finomhangolni” kell a későbbiekben. Ez a beépített elsőrendű szűrők szűrőállandóinak és az APC-beli PID-ek erősítési tényezőjének, integrálási időállandójának beállítását jelenti. Mindazonáltal kijelenthető, hogy a szimulátor az eredeti modellt nagyon jó közelítéssel és dinamizmussal követi, figyelembe véve a számítások összetettségét és az eredeti modell pontosságát.

4. ábra

A termelési sebesség alakulása az APC modell (szaggatott vonal) és a szimulátor (folytonos vonal) esetén

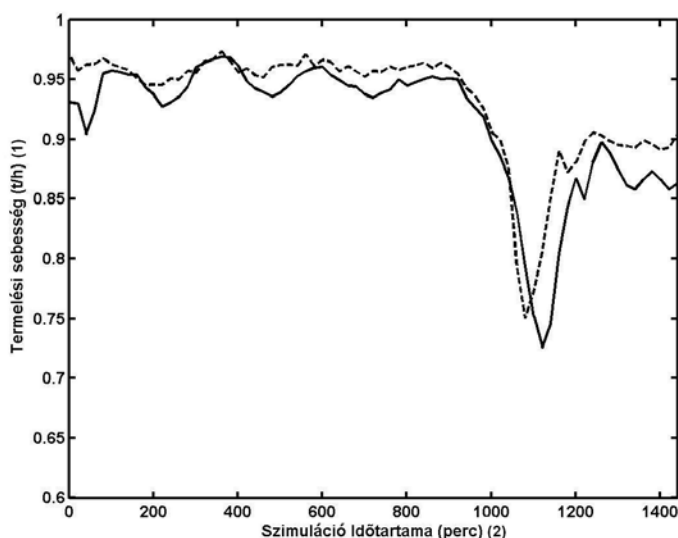


Figure 4: Production rates calculated by the APC model (dashed line) and by the simulator (continuous line)

Normalized production rate(1), Simulation time(min)(2).

5. ábra

Az átlagos tartózkodási idők alakulása az első és második hurokreaktorban

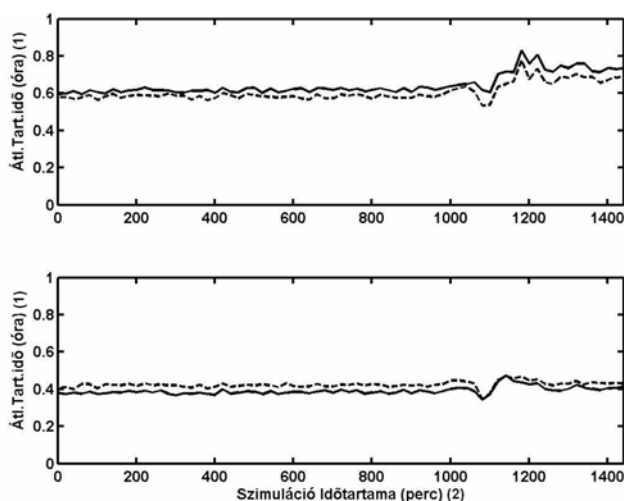


Figure 5: Average residence times in the first and second loop reactor

Normalized average residence time(hour)(1), Simulation time(min)(2).

6. ábra

A termelési arány alakulása az első hurokreaktorban ()

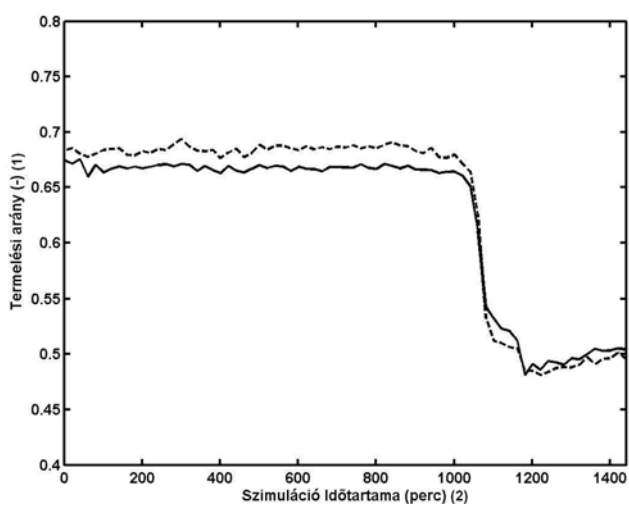


Figure 6: Split ratio of Production rate in the first loop reactor

Normalized Production Split(1), Simulation Time(min)(2).

Az 5. ábrán látható az eltérés a két szimulációs eredmény között, hogy a szimulátor az első hurokreaktorban pár perccel nagyobb, a másodikban pár perccel alacsonyabb átlagos tartózkodási időt számol. Tehát a termelés aránya nő a második reaktor javára – ahogy az a 6. ábrán is látszik. A 4. és 5. ábra emellett jól mutatja az a trendet, hogy az operátorok termékváltáskor a termelési sebességet csökkentik (kisebb tartózkodási idők), valamint az új terméknek megfelelő termelési arányt állítják be (6. ábra). Cél, hogy minél kevesebb melléktermék keletkezzen.

KÖVETKEZTETÉSEK

A MATLAB® Simulink® környezetben létrehozott folyamatirányító rendszer szimulátora képes jó eredménnyel a valós rendszer eredményeit reprodukálni, ezáltal a későbbiekben strukturális átalakítások szimulációja is elvégezhető az irányító rendszeren. Az APC szimulátort a későbbi vizsgálatokhoz szükséges egy technológiai rendszer modellhez kapcsolni, mely adekvát reaktor modellt is tartalmaz, hogy a szükséges érzékenységvizsgálatok a teljes rendszerre elvégezhetőek legyenek.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket fejezik ki a Vegyészmérnöki Intézet Koordinációs Kutatási Központnak a VIKKK-2004-III/1. témában nyújtott anyagi támogatásért, az OTKA T 049534 támogatásáért, valamint a TVK Rt. PP-4 üzem munkatársainak, Kiss Attilának, Kissné Lovas Kingának és Nagy Tibornak a segítségért.

IRODALOM

- Abonyi, J., Arva, P., Nemeth, S., Vincze, Cs., Bodolai, B., Dobosné, H. Zs., Nagy, G., Németh, M. (2003). Operator Support System for Multi Product Processes - Application to Polyethylene Production, European Symposium on Computer Aided Process Engineering 13. 347-352.
- Fayyad, U.M., Simoudis, E. (1997). Data mining and knowledge discovery. Tutorial Notes at PADD '97 – 1st Int. Conf. Prac. App. KDD & Data Mining, London.
- Feil, B., Abonyi, J., Pach, F.P., Nemeth, S., Arva, P., Nemeth, M., Nagy, G. (2004). Semi-mechanistic Models for State Estimation, Soft Sensor for Polymer Melt Index Prediction, Lecture Notes in Computer Science, 3070. 1111-1117.
- MacGregor, J.F., Kourti, T. (1995). Statistical process control of multivariate processes, Control Eng. Practice, 3. 3. 403-414.
- Pach, F.P., Gyenesei, A., Arva, P., Abonyi, J. (2005). Fuzzy Association Rule Mining for Model Structure Identification, 10th Online World Conference on Soft Computing in Industrial Applications.
- Pach, F.P., Feil, B., Nemeth, S., Arva, P., Abonyi, J. (2006). Process Data Warehousing based Operator Support System for Complex Production Technologies, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Balaskó Balázs

Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék

8200, Veszprém, Egyetem u. 10.

Pannon University, Department of Process Engineering

H-8200, Veszprém, Egyetem u. 10.

Tel.: 36-88-624-770, Fax: 36-88-624-171

e-mail: balaskob@fmt.uni-pannon.hu



Diagnosztikai feladatok megvalósítása ágens-alapú technikával

Németh E., Lakner¹ R., Hangos K.M.

Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézete,
Rendszer- és Irányításméleti Kutató Laboratórium, Budapest, 1111 Kende u. 13-17.

¹Pannon Egyetem, Számítástudomány Alkalmazása Tanszék, Veszprém, 8200 Egyetem u. 10.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dinamikus szimulátorral és adatbázis szolgáltatásokkal összekapcsolt Protégé-JADE-JESS környezetben megvalósított multi-ágens alapú diagnosztikai rendszert mutat be a cikk. Ez az implementációs környezet lehetővé teszi a heterogén információforrásokat felhasználó diagnosztikai módszerek kombinációjának használatát. A diagnosztikai rendszer általános és moduláris alkalmazhatóságát elősegítve ontológiákat definiálunk. Egy granulátor üzem meghibásodásainak diagnosztizálásán keresztül a cikk ismerteti a diagnosztikai rendszer működését, amely a HAZOP és FMEA analíziseken alapszik.
(Kulcsszavak: multi-ágens rendszer, diagnosztika)

ABSTRACT

Diagnostic task realization by agent-based technics

E. Németh, R. ¹Lakner, K.M. Hangos

Systems and Control Laboratory Computer and Automation Research Institute, Hungarian Academy of Sciences
Budapest, H-1111 Kende u. 13-17.

¹Department of Computer Sciences, University of Pannonia, Veszprém, H-8200 Egyetem u. 10.

A multi-agent diagnostic system implemented in a Protégé-JADE-JESS environment interfaced with a dynamic simulator and database services is described in this paper. The proposed system architecture enables the use of a combination of diagnostic methods from heterogeneous knowledge sources. In order to facilitate the modularity and general applicability of the diagnostic system, ontologies are defined. The diagnostic system is demonstrated on a case study for diagnosis of faults in a granulation circuit based on HAZOP and FMEA analysis.

(Keywords: multi-agent system, diagnosis)

BEVEZETÉS

A bonyolult és nagy méretű biztonságkritikus üzemek berendezéseinek meghibásodása elkerülhetetlen. A bekövetkező hiba megváltoztatja a rendszer tulajdonságait, ezáltal a működését. Hibás működés esetén elengedhetetlen, hogy minél gyorsabban és pontosabban lokalizálni lehessen az esetleges hibát, majd ezen információ birtokában el kell dönteni, hogy ez milyen káros hatással lehet a jövőre nézve, illetve az időben felismert hibát lehet-e (illetve hogyan lehet) korrigálni.

Mint legtöbb mérnöki területen, így a folyamatrendszerekben is fontos szerepet tölt be és az utóbbi időben egyre inkább előtérbe kerül a hibadetektálás és -diagnosztika. Az

abnormális (rendkívüli) események kezelésének (Cameron and Raman, 2005) manapság szintén nagy figyelmet szentelnek. A rendkívüli események kezelése alatt egy rendszerben az előforduló hibák abnormális feltételeinek időben történő detektálását, diagnosztikáját és korrigálását értjük.

Bonyolult folyamatrendszerek esetén a modell alapú analitikus és heurisztikus technikák kombinációját használó diagnosztikai rendszer szükséges. Egy ilyen összetett, különböző ismeretforrásokból származó információkat felhasználó diagnosztikai feladat megvalósításának ígéretes módszere a mesterséges intelligencia területén alkalmazott multi-ágens rendszereket (Jennings and Wooldridge, 1998) felhasználó megközelítés. Multi-ágens rendszer alapú megközelítéssel leírhatóak és együtt kezelhetőek a rendszermodellek, a megfigyelések, valamint a diagnosztikai és a veszteségmegelőző eljárások. Ezért célunk egy olyan multi-ágens architektúra kidolgozása volt, amely a dinamikus modellek és a heurisztikus működési ismeretek együttes figyelembe vételével valósítja meg folyamatrendszerek hibadiagnosztikai feladatait.

A HIBADETEKTÁLÁS ÉS –DIAGNOSZTIKA FELADATAI

A hibadetektáló és -diagnosztikai módszerek (Blanke et al., 2003) három fő csoportba sorolhatók: a modell nélküli, a modell alapú és a tudásalapú módszerek. Amíg modell nélküli módszerek nem használják a rendszer modelljét, a modell alapú diagnosztika a folyamatok és meghibásodások matematikai modelljeinek felhasználásával a jel- és folyamatanalízisen alapuló analitikus redundanciát (Patton et al., 1989) vizsgálja. A tudásalapú diagnosztikai módszerek legfontosabb elemei a folyamatrendszerről rendelkezésre álló heurisztikus ismeretek és a megfigyelt szimptómák (azaz a folyamat jellegzetes mérhető változóinak a normális működésbeli referencia értékétől való eltérései).

Hibadetektálás, -diagnosztika és veszteségmegelőzés

A hibadetektálásban és -diagnosztikában alkalmazott tudásalapú módszerek a rendszer minden meghibásodási módjához egy vagy több ún. *gyökér okot* rendelnek. Ezen gyökér okok bekövetkezésének egy variációja adja egy hiba okát. A gyökér okok gyakran nem mérhető és diszkrét értékűek (indikátor változók), így egy gyökér ok rendszerelméleti szempontból úgy írható le, mint egy nem mérhető zavarás egy diagnosztikai célú folyamatrendszerben.

Egy mérhető vagy számítható mennyiségeken definiált relációt *szimptómának* nevezünk, ha kapcsolódik egy tetszőleges meghibásodás vagy hiba egy gyökér okához. A szimptómák működési szempontból felismert devianciák, amelyeket a rendszer dinamikus viselkedése következtében időfüggő módon azonosíthatunk. Egy szimptóma definíciójában szereplő relációk leggyakrabban egyenlőtlenségekként jelennek meg. A szimptómák értékkészlete a logikai értékek halmaza (igaz vagy hamis). Egy egyszerű szimptóma például a $temperature_{high} = (T > 1000 \text{ K})$, amelyet a mérhető T hőmérséklet segítségével definiálunk. Dinamikus rendszerek esetében a mérhető mennyiségek többsége időben változó értéket vesz fel, ezért egy szimptóma értéke (vagy jelenléte) szintén változhat az idő függvényében.

A rendszer viselkedését minden figyelembe vett meghibásodási módjában leíró dinamikus rendszermodell segítségével *predikcióval* meghatározható(ak) egy hiba vagy *meghibásodás (időbeli) következménye(i)*. A predikció megvalósítható egy olyan szimulációval, amely megjósolja a meghibásodott rendszer viselkedését. A súlyos

és/vagy kockázatos következmények elkerülésére ajánlott *megelőző beavatkozások* szintén tervezhetők és/vagy tesztelhetők szimulációval.

Gyakran nem elég, hogy felismerjük és izoláljuk egy rendszer hibás állapotát, hanem arra is szükség lehet, hogy tanácsokat adjunk a működtető személynek, hogy megfelelő *megelőző beavatkozás(ok)* kiválasztásával hogyan kerülje el a hiba nem szándékolt következményeit. Minden egyes (gyökér okával azonosítható) hibához rendelhető egy vagy több kitüntetett bemeneti jel, amely a rendszert a normális működési tartomány irányába mozdítja el, s ezzel lehetőséget teremt a súlyos következmények megelőzésére. Ezekben az esetekben további „what if” (mi lenne akkor, ha) típusú feltételes predikciók szükségesek egy veszteségmegelőző beavatkozás hatásának vizsgálatához.

Veszélyelemzés, veszélyazonosítás: HAZOP és FMEA analízis

A hibadetektálási és -diagnosztikai feladatokhoz (Ungar and Venkatasubramanian, 1990) szükséges információk eltérő karakterisztikával jellemezhető különféle forrásokból nyerhetők ki. Ezek az információforrások tartalmazzák a koncepcionális tervezési tanulmányokat és a kockázatelemzést, a részrendszerek vagy konkrét működési módok részletes dinamikus modelljeit, továbbá operátoroktól és egyéb üzemi dolgozóktól származó heurisztikus működtetési tapasztalatokat. A heurisztikus információk beszerezhetők a veszélyek azonosítása és elemzése, valamint a károk felmérése és csökkentése során, felhasználva az úgynevezett folyamat működőképességi elemzés (Process Hazard Analysis, PHA) módszerét. Többféle módszert használnak a PHA tanulmányokban, úgy mint a működőképesség és veszélyelemzés (HAZard and OPerability Analysis, HAZOP), hibafa-elemzést (Fault-Tree Analysis, FTA), eseményfa-elemzést (Event-Tree Analysis, ETA), meghibásodásmód és -hatás elemzést (Fault Mode Effect Analysis, FMEA).

A gyakorlatban igen elterjedt a veszélyelemzési módszerek között a *működőképesség és veszélyelemzés* vagy más néven működésbiztonsági veszélyelemzés (HAZard and OPerability analysis, HAZOP) (Crawley and Tyler, 2000). A HAZOP elemzés során több műszaki tudományterület képviselőiből álló munkacsoport kreatív és módszeres megközelítést alkalmaz azoknak a veszélyeknek és üzemeltetési problémáknak a feltárásához, amelyek a rendeltetésszerű, normális működéstől való eltérésből erednek, és amelyek káros következményekkel járhatnak. A HAZOP elemzésnek az az elve, hogy a rendszer paramétereinek vagy változóinak normális állapottól való eltérését a már létező vagy kialakulóban lévő hibák okozzák. Az elemzés során előre meghatározott, ún. vezérszavakat (guide words) (pl. *MORE*, *LESS*, *NONE*, ...) használnak. Ezeket a vezérszavakat az üzem folyamatábrája szerinti különböző területeken alkalmazzák és meghatározott folyamatjellemzőkkel kombinálva állításokat fogalmaznak meg a rendeltetésszerű üzemi működéstől való eltérés meghatározása érdekében. A HAZOP elemzés során felsorolják a potenciális hiba okokat és a következményeket, valamint a hibákhoz rendelhető megelőző/védelmi intézkedéseket az általános tapasztalatok alapján. A HAZOP elemzés eredményét rendszerint táblázatos formában foglalják össze. Egy példa látható az esettanulmányban szereplő 5. ábrán. A módszer meglehetősen időigényes és ebből következően igen költséges. A vizsgálat rendszerszintű (és nem rendszerelem szintű), és ennél fogva alapvetően magára a technológiára (és nem pl. a gépészetre) irányul.

A *meghibásodásmód és -hatás elemzése* vagy más néven hibamód és hatáselemzés (Fault Mode Effect Analysis, FMEA) (Federal Aviation Administration, 2000) tetszőleges rendszerek, alrendszerek, berendezések, funkciók, technológiai eljárások

diagnosztikai szempontú minőségi analízise. Elsősorban mechanikai és villamos berendezések meghibásodásának vizsgálatára használják, ellentétben a HAZOP módszerrel, amely a rendszerben zajló folyamatok egymásutánosságát, ok-okozati kapcsolatait elemzi. Az FMEA feltérképezi maguknak a berendezéseknek, alrendszereknek a lehetséges meghibásodását, és a meghibásodások helyi és rendszer szintű következményeit. Az egyes meghibásodásokat a rendszeren belüli többi meghibásodástól független eseménynek tekinti, kivéve azokat a hatásokat, amelyeket maga a meghibásodás okozhat. Az FMEA analízis eredményét táblázatos formában rögzítik az 5. ábrán látható struktúrában.

DIAGNOSZTIKAI FELADATOK ÁGENS-ALAPÚ MEGVALÓSÍTÁSA

Az alkalmazott eszközök bemutatása

Az irodalomból ismert számos ágensépítő és -szimuláló szoftver (pl. ABLE, AgentBuilder, FIPA-OS, JADE, ZEUS) közül a JADE (Java Agent DEvelopment Framework) (JADE, 2005) keretrendszert választottuk multi-ágens implementációs eszközként. Ennek a nyílt forráskódú Java alapú multi-ágens fejlesztő csomagnak az előnye, hogy támogatja a Foundation for Intelligent Physical Agent (FIPA) ágens szabványát és integrálható a Protégé (Protégé, 2004) ontológia szerkesztővel és a Java Expert System Shell (JESS) (JESS, 2005) következtető rendszerrel. Az ágensek közötti kommunikáció FIPA Agent Communication Language (FIPA ACL) formában reprezentált üzenetek küldésével valósul meg.

A JADE nem tartalmaz következtetési technikákat, de integrálható több következtető rendszerrel, például a JESS-szel és a Prolog-gal is. A JESS egy következtető gép és szkript környezet, amely JAVA nyelven íródott. Rendelkezik egy nagyon hatékony Rete algoritmust használó előrehaladó és egy visszafelé haladó következtető mechanizmussal is. A diagnosztikai rendszer általános és moduláris alkalmazhatóságát biztosító ontológiák formájában leírt ismereteket használjuk fel a JADE és JESS által használt objektum példányok illetve tények előállítására. A Protégé ontológia szerkesztő eszközzel megvalósított ontológia az ún. Ontology Bean Generator segédprogram segítségével automatikusan generálható a JADE illetve JESS által kezelhető formában.

A szimulációkhoz használt dinamikus modelleket MATLAB-ban valósítottuk meg, így a MATLAB szolgáltatja a szimulált folyamatrendszer valós idejű adatait, és tartalmazza a predikcióhoz használt egyszerűsített modelleket is. A MATLAB és a JADE közötti kommunikációt a szabványos TCP/IP protokoll felhasználásával valósítottuk meg. A nagy mennyiségű adat archiválására MySQL adatbázisokat használtunk. A JADE és a MySQL adatbázisok közötti kapcsolatot a MySQL Connector/J alkalmazásával realizáltuk.

A JADE környezetben megvalósított multi-ágens diagnosztikai rendszer fő elemei és a szoftver struktúrája az 1. ábrán látható.

A diagnosztikai rendszer tudásreprezentációja

Annak érdekében, hogy megkönnyítsük a rendszer általános és moduláris alkalmazhatóságát, két ontológia halmazt definiálunk (Lakner et al., 2006a, 2006b):

1. A *folyamatspecifikus ontológia*, amely leírja a folyamatrendszerek alapvető fogalmait, azok szemantikus kapcsolatait és megszorításait, amely hasonlít az OntoCAPE projekt (Yang et al., 2003) során kifejlesztett, a folyamatrendszerek általános leírására javasolt ontológiára. A folyamatspecifikus ontológiának két része

van: a folyamatrendszerek általános viselkedésére vonatkozó közös ismeretek és az alkalmazás-specifikus tudás. Ez a leírás határozza meg a szóban forgó rendszert leíró folyamatmodell szerkezetét, és lehetőséget teremt egy olyan konkrét folyamatmodell realizáció megvalósítására, amely felhasználható valós idejű szimulációhoz és/vagy predikció alapú diagnosztikához.

2. A *diagnosztikai ontológia*, amely leírja a diagnosztikai fogalmak (pl. szimptómák, okok, gyökér okok), valamint a különböző diagnosztikai eszközök (úgy mint FMEA és HAZOP táblák) és eljárások (mint például következtetés FMEA és/vagy HAZOP tudáson) szemantikus ismereteit. Az alkalmazás-specifikus tudás tartalmazza a konkrét rendszer viselkedéséről rendelkezésre álló – az emberi szakértelem és működtetési ismeretek felhasználásával összegyűjtött – lehetséges meghibásodásokat a hozzá tartozó okokkal, következményekkel és lehetséges korrekciókkal együtt. A 2. ábrán látható a Protégé ontológia editor segítségével készített diagnosztikai ontológia egy részlete.

1. ábra

A multi-ágens diagnosztikai rendszer struktúrája

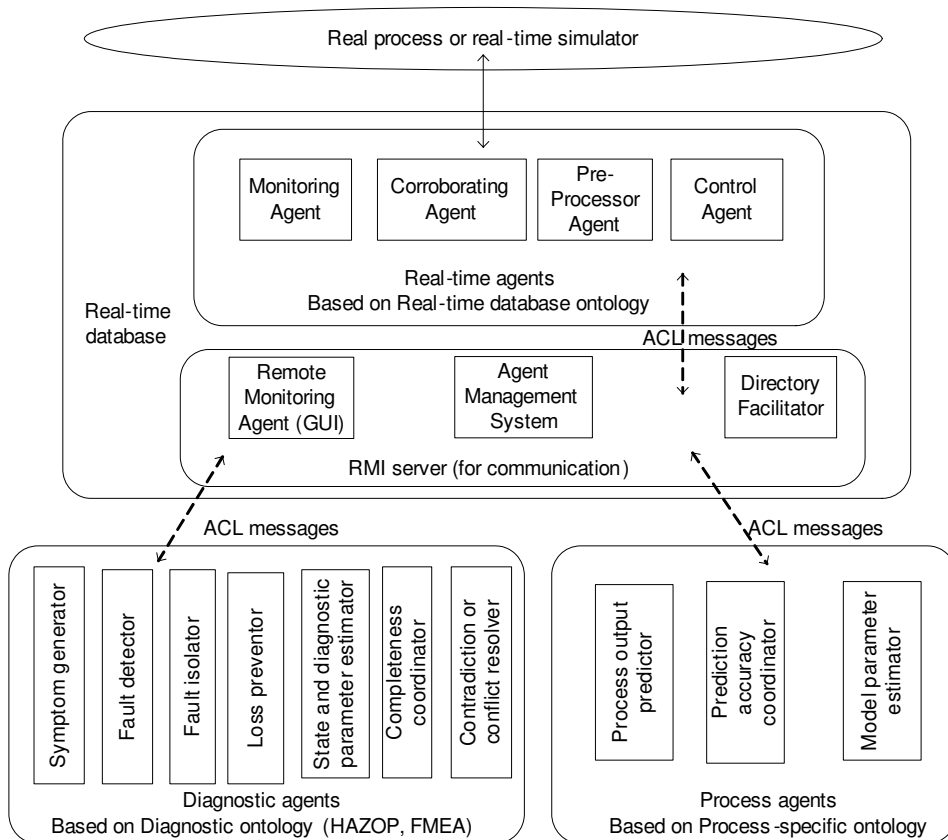


Figure 1: The structure of the multi-agent diagnostic system

2. ábra

A diagnosztikai ontológia

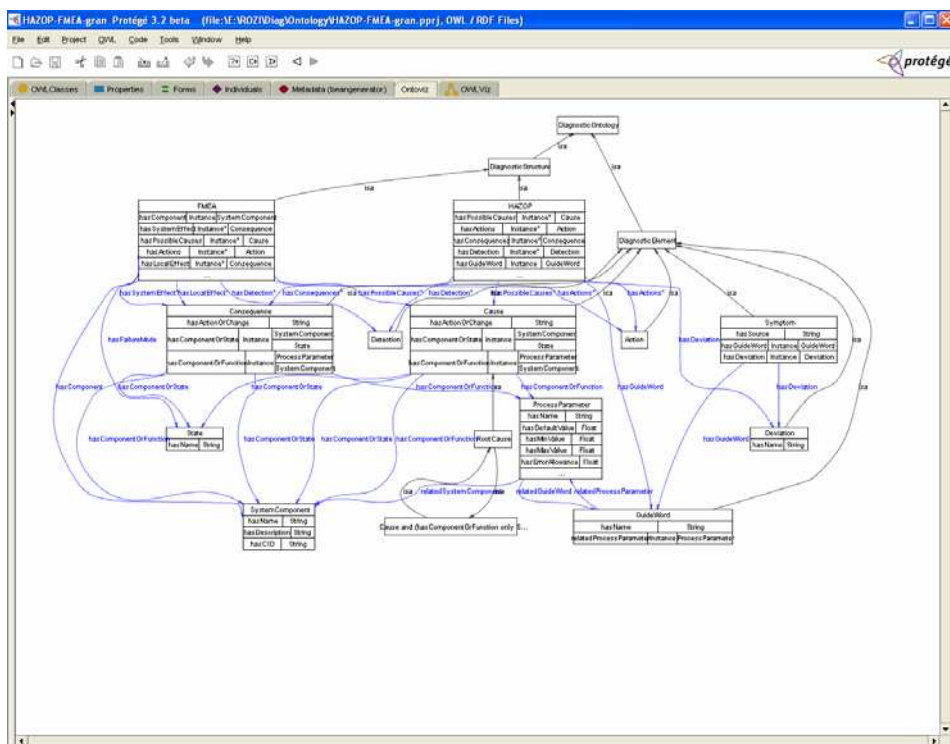


Figure 2: Diagnostic ontology

Valós idejű adatbázis Mindkét ontológia tartalmaz időben változó elemeket is, mint például a folyamatváltozók, a beavatkozó változók és a hozzájuk kapcsolódó változók. Ezen változók – egy valós rendszer vagy egy szimulátor által szolgáltatott – értékei egy *valós idejű adatbázisban* kerülnek tárolásra.

A multi-ágens diagnosztikai rendszer struktúrája

Hasonlóan a fentebb leírt ontológiák osztályozásához, a diagnosztikai rendszerhez tartozó ágensek is három fő csoportba sorolhatók (Lakner et al., 2006a, 2006b):

1. A folyamatrendszer dinamikus szimulációját *folyamat* ágensek segítségével valósítjuk meg, amelyek különböző hibás és nem hibás üzemállapotokat leíró körülmények között működnek. Néhány tipikus folyamat ágens a következő:
 - *Folyamat kimenet előrejelzők* (Process output predictors, PPs) szolgáltatják a dinamikus szimulációval előállított predikciót megelőző beavatkozásokkal vagy azok nélkül.
 - *Predikció-pontosság koordinátor* (Prediction accuracy coordinator, PAC) ellenőrzi az előrejelzés eredményének pontosságát és ha szükséges, akkor további ágenseket hív meg az eredmény finomítása érdekében.

- *Modell paraméter becslők* (Model parameter estimators, MPEs) társulnak minden egyes Folyamat kimenet előrejelzőhöz (PP). A Predikció-pontosság koordinátor felkérheti ezt az ágenszt modell paraméterek finomítására, ha az ágens előrejelzésének pontossága nem kielégítő.
2. A diagnosztikához kapcsolódó *diagnosztikai ágensek* a mérések kezdeményezését, a szimptóma felismerést, a hibadetektálást, a hiba izolálását és a nem szándékolt következmények elkerülése végett tanácsok előállítását végzik. Ezek az ágensek logikai következtetéseket és/vagy numerikus számításokat végeznek. Az alábbiakban kiemelünk néhány diagnosztikai ágens típust a diagnosztikai keretrendszerből a működésükre vonatkozó rövid feladat leírással:
- *Szimptóma generátor és státusz kiértékelő* (Symptom generator and status evaluator) működése a nem megengedett eltéréseken alapszik, feladata egy szimptóma jelenlétének ellenőrzése.
 - *Állapot és diagnosztikai paraméter becslők* (State and diagnostic parameter estimators, SPEs) segítik a szimptóma generátorokat, amelyek néhány kapcsolódó jelet és egy részrendszer egy dinamikus állapottér modelljét használják fel egy összetett szimptóma létrehozásához.
 - *Hiba detektorok* (Fault detectors, FDs) az Állapot és diagnosztikai paraméter becslők (SPEs) vagy a Modell paraméter becslők (MPEs) szolgáltatásait használják fel fejlett jelfeldolgozó módszereket alkalmazva hibák detektálásához.
 - *Hiba izolátorok* (Fault isolators, FIs) egy szimptóma bekövetkezésekor működnek annak érdekében, hogy a hibát izolálják különböző technikák (hibafa, HAZOP, FMEA, hibaérzékenység megfigyelők, stb.) segítségével.
 - *Veszteségmegelőzők* (Loss preventors, LPs) megelőző beavatkozás(oka)t illetve javító beavatkozás(oka)t ajánlanak különböző Hazard Identification Analysis (HAZID) módszerek (pl. HAZOP, predikció) segítségével.
 - *Teljesség koordinátor* (Completeness coordinator) ellenőrzi az eredmény (detektálás, izoláció vagy veszteség megelőzés) teljességét és amennyiben szükséges, további ágenseket aktivál.
 - *Ellentmondás vagy konfliktus feloldó* (Contradiction or conflict resolver, CRES) ellentmondást tartalmazó információk detektálása esetén az ellentmondást további adatok kérésével és felhasználásával, további módszerek vizsgálatával, illetve az operátor javaslatának figyelembe vételével kezeli.
3. A folyamat irányítását és monitorozását megvalósító *valós idejű kiszolgálásokhoz kapcsolódó ágensek* a következők:
- *Monitorozó ágensek* (Monitoring agents) a való világból vagy szimulációból kérnek és/vagy szolgáltatnak adatokat.
 - *Előfeldolgozó ágensek* (Pre-processor agents) felismernek nem megengedhető viselkedéseket, amelyek szimptómák lehetnek.
 - *Beavatkozó ágensek* (Control agents) a veszteségmegelőző (LP) ágensek által javasolt megelőző beavatkozásokat végrehajtják.
 - *Megerősítő ágensek* (Corroborating agents) a diagnosztikai ágensektől fogadnak el kéréseket és további mért értékeket vagy információkat szolgáltatnak.

ESETTANULMÁNY

Az ismertetett módszert és a prototípus multi-ágens diagnosztikai rendszert egy tipikus granulátor körön – amelynek főbb elemei a granulátor dob, szárító, rosta illetve törő –

mutatjuk be (Cameron et al., 2005). A granulátor kör technológiai folyamatábrája a 3. ábrán látható.

3. ábra

A diagnosztikai következtetés lépései a granulátor kör folyamatábráján

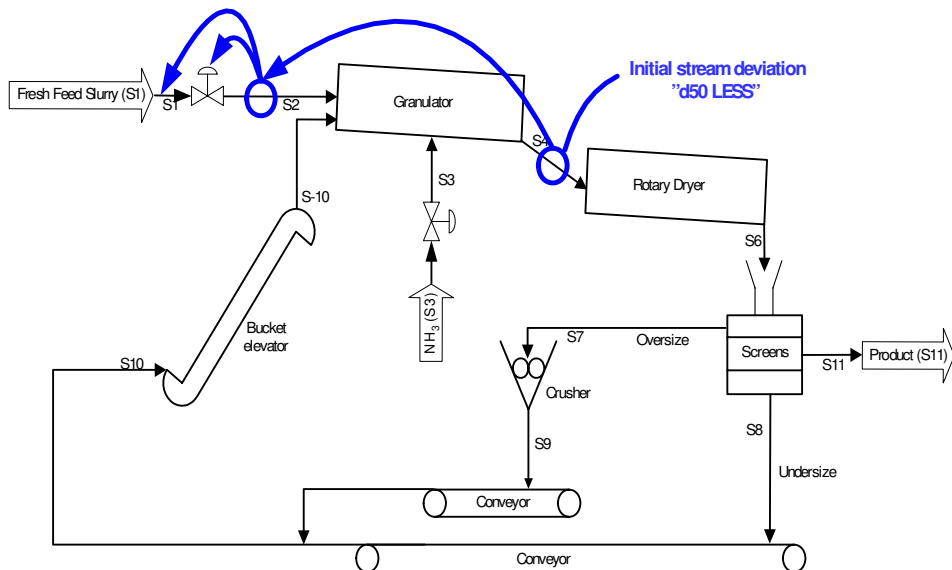


Figure 3: The flowsheet of the granulator circle and the steps of the diagnostic reasoning

A granulátor diagnosztikai rendszer tudáselemei

A granulátor diagnosztikai rendszerében kétféle típusú tudáselem található: a *dinamikus folyamatmodellek*, amelyek differenciál-algebrai egyenletek formájában tartalmazzák a folyamatrendszer hagyományos mérnöki ismereteit; valamint a szisztematikusan összegyűjtött *heurisztikus információk*, amelyek HAZOP és/vagy FMEA analízis eredményeiből származnak.

Az esettanulmányban felhasznált HAZOP tábla és FMEA tábla részeket a 4. ábra tartalmazza. A HAZOP tábla definiálja a (statikus) ok-következmény kapcsolatokat a szimptómák és a lehetséges okok között, amelyek felhasználásával logikai következtetésekkel eljuthatunk a deviancia gyökér okaihoz. Két egymással kapcsolatban álló szimptómát tartalmaz a HAZOP táblázat, ahol mindegyik szimptómához legalább két különböző ok tartozik. Egy lehetséges okot gyökér oknak tekintünk abban az esetben, amennyiben az a rendszer egy fizikai komponensének egy meghibásodási módjához kapcsolódik (ilyen például a HAZOP tábla második sorában a (2)-vel jelölt ok). Amikor egy ilyen gyökér okot talál a diagnosztikai rendszer, a diagnosztikai eredmény kiegészíthető vagy finomítható a megfelelő FMEA bejegyzésnek megfelelően, ahogy ez az FMEA táblázatban is látható.

4. ábra

HAZOP és FMEA táblákon végzett következtetés

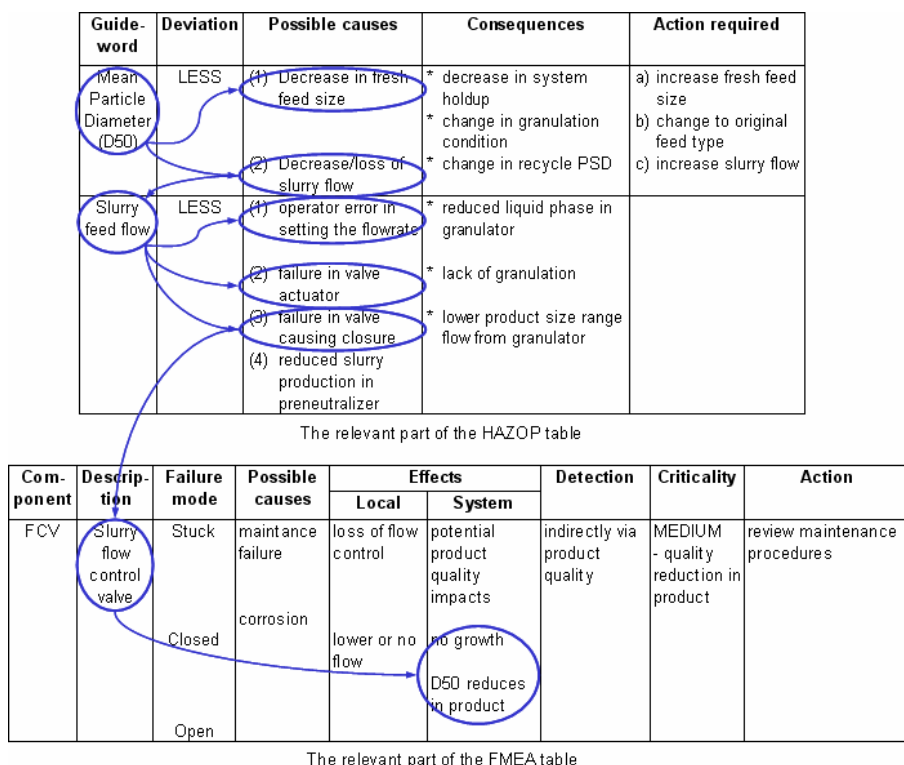


Figure 4: The HAZOP and FMEA table and the reasoning on them

Szimulációs eredmények

Az ismertett ágens-alapú diagnosztikai rendszer működésének illusztrálásához a rendszer egy részét, nevezetesen a diagnosztikai ágensek együttműködését mutatjuk be. Egy olyan esetet illusztrálunk, amelyben a diagnosztika eredménye különböző hibadetektálási és -izolálási módszerek kombinációjával kapható meg. Ezen ágens részrendszer szerkezete látható az 5. ábra bal oldalán. A bemutatott diagnosztikai ágensek fő viselkedése a heurisztikus tudáson (HAZOP, FMEA) alapuló logikai következtetések – ezt a JESS következtető gépe segíti –, amelyet egy folyamat szimuláló ágens egészít ki. Eltekintve a JADE beépített, főkonténerben (*Main-Container*) lévő ágenseitől, az ágens platform három konténeret tartalmaz:

- a *Real-Time Agents* nevű konténer a valós idejű ágensek számára (*MonitoringAgent* és *PreProcessorAgent*),
- a *Diagnostic Agents* nevű konténer a diagnosztikai ágensek számára (*SymptomGeneratorAgent*, *FaultIsolatorAgents* – ezek HAZOP és FMEA analízisen alapulnak –, *CompletenessCoordinatorAgent* és *LossPreventorAgent*)
- a *Process Agents* nevű konténer pedig egy folyamat ágens (*ProcessOutputPredictor*) tartalmaz.

5. ábra

Az ágens részrendszer struktúrája és a részrendszeren belüli kommunikáció

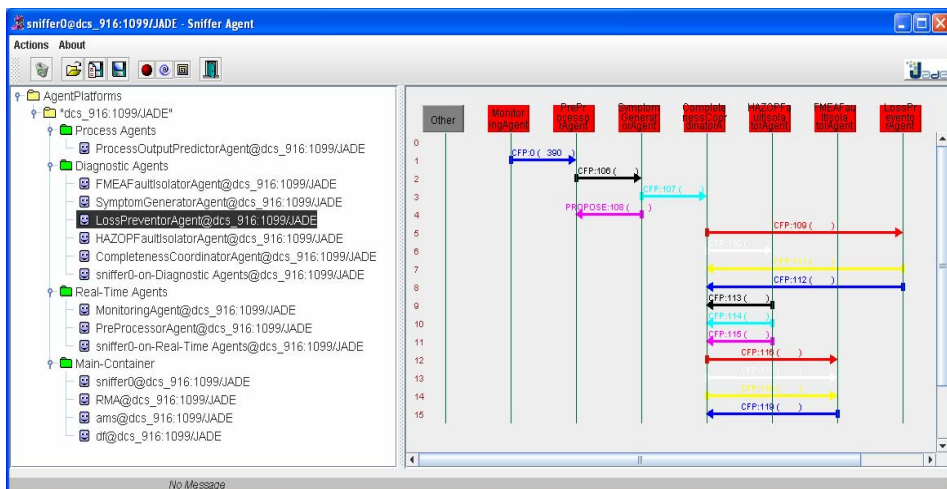


Figure 5: The structure and the communication of the agent system

Az ágensok közötti kommunikáció és működés egy részletét az 5. ábra jobb oldala szemlélteti. A hibadiagnosztika folyamatát a diagnosztikai ágensekkel azon szituációban mutatjuk be, amikor a granulátorból kilépő átlagos részecske átmérő (d_{50}) kisebb, mint egy megadott határérték. Ez az eset megfelel a 4. ábrán szereplő HAZOP tábla első sorának, amelyet a „Mean particle diameter (d_{50}) LESS” szimptóma ír le. Természetesen sok egyéb, ennél jóval bonyolultabb hiba is lehetséges egy ilyen ipari rendszerben.

A *MonitoringAgent* ágens által szolgáltatott változó értékei alapján a *PreProcessorAgent* ágens meghatározza a rendszerben lévő devianciákat. Abban az esetben, ha van detektált deviancia, a *SymptomGeneratorAgent* ágens ellenőrzi a szimptómák jelenlétét – jelen esetben a „ d_{50} LESS” szimptómát észleli –, és informálja erről a *CompletenessCoordinatorAgent* ágenst. A *CompletenessCoordinatorAgent* ágens továbbítja a az észlelt szimptómát a *HAZOPFaultIsolatorAgent* és *LossPreventorAgent* ágenseknek, hogy meghatározzák a lehetséges hibákat és javasoljanak megelőző beavatkozásokat a HAZOP táblában szereplő információk felhasználásával. A *HAZOPFaultIsolatorAgent* ágens következtetés sorrendjét a 3. ábrán látható folyamatábra és a 4. ábrán látható HAZOP táblarészen szereplő jelölés szemlélteti. A HAZOP táblából látható, hogy a következtetés három lehetséges gyökér okot talál (azaz olyan okokat, amelyek a rendszer elemi komponenseinek meghibásodásaihoz kapcsolódnak), ahogy az a tábla második sorából kiolvasható.

A diagnosztikai és veszteség megelőző eredmények halmazát többszörös hibák esetén az FMEA analízisből származó táblán alapuló *FMEAFaultIsolatorAgent* ágens pontosítja, amelyet a *CompletenessCoordinatorAgent* ágens hív meg a HAZOP táblázatból származó információk alapján. Eredményként a „Slurry flow control valve fails Closed” gyökér ok hatását állítja elő („ D_{50} reduces in product”), amely azonos az észlelt szimptómával. A *LossPreventorAgent* ágens által meghatározott lehetséges

megelőző beavatkozások három lehetőséget írnak le a HAZOP tábla első sorának utolsó oszlopa szerint. A javaslatok alapján a *CompletenessCoordinatorAgent* ágens aktiválja a *ProcessOutputPredictor* ágenst, hogy megbecsültesse a rendszer jövőbeli viselkedését a megelőző beavatkozások segítségével.

6. ábra

A *HAZOPFaultIsolatorAgent* ágens következtetéseinek egy része

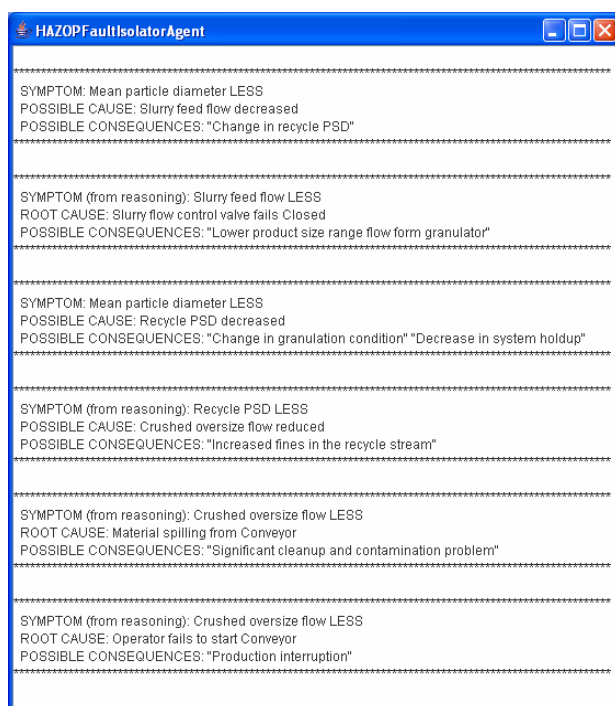


Figure 6: The *HAZOPFaultIsolatorAgent*'s conclusion

A *HAZOPFaultIsolatorAgent* ágens következtetéseinek egy részletét szemlélteti a 6. ábra, amelyen következtetés lépései – az észlelt és a logikai következtetés során előállított szimptómák a hozzá tartozó lehetséges okokkal illetve következményekkel – láthatóak.

KÖVETKEZTETÉSEK

Folyamatrendszerek diagnosztikai feladatainak megvalósítására alkalmas új módszert mutat be a cikk. A kifejlesztett multiágens-alapú diagnosztikai rendszer segítségével lehetővé válik a heterogén információforrásból származó hibadetektálási és -diagnosztikai technikák együttes kezelése, amely során a különböző diagnosztikai feladatokat megvalósító ágensek a koordináló ágensek közreműködésével folyamatosan finomítják egymás eredményeit, ezáltal kiküszöbölhetőek az egyes módszerek hátrányai, valamint ötvözhetőek a különböző módszerek előnyei.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket fejezik ki az Országos Tudományos Kutatási Alapnak a T042710 és a T047198 számú kutatási támogatásért.

IRODALOM

- Blanke, M., Kinnaert, M., Junze, J., Staroswiecki, M., Schroder, J., Lunze, J. (2003). *Diagnosis and Fault-Tolerant Control*. Springer-Verlag.
- Cameron, I.T., Raman, R. (2005). *Process Systems Risk Management*. Elsevier.
- Cameron, I.T., Wang, F.Y., Immanuel, C.D., Stepanek, F. (2005). Process systems modelling and applications in granulation: A review. *Comput. Chem. Engng.*, 60. 3723–3750.
- Crawley, F., Tyler, B. (2000). *HAZOP: Guide to best practice*. The Institution of Chemical Engineers, Rugby, U.K.
- Federal Aviation Administration (2000). *System Safety Handbook*, chapter 9: Analysis Techniques.
- JADE - Java Agent DEvelopment Framework (2005). <http://jade.tilab.com>
- Jennings, N.R., Wooldridge, M.J. (1998). *Agent Technology*. Springer-Verlag, Berlin.
- JESS, the Rule Engine for the Java platform (2005). <http://herzberg.ca.sandia.gov/jess/>
- Lakner, R, Németh, E., Hangos, K.M., Cameron, I.T. (2006a). Agent-based diagnosis for granulation processes. *Computer-Aided Chemical Engineering*, 21B. Elsevier, (Eds.: W. Marquardt and C. Pantelides) 1443-1448.
- Lakner, R, Németh, E., Hangos, K.M., Cameron, I.T. (2006b). Multiagent realization of prediction-based diagnosis and loss prevention. *Lecture Notes in Computer Science*, 4031: *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, Springer-Verlag, (Eds.: M. Ali and R. Dapoigny) 70-80.
- Patton, R. J., Frank, P. M., Clark, R. N. (1989). *Fault Diagnosis in Dynamic Systems: Theory and Applications*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 47–153.
- The Protege Ontology Editor and Knowledge Acquisition System (2004). <http://protege.stanford.edu>
- Ungar, L.H., Venkatasubramanian, V. (1990). *Artificial intelligence in process systems engineering: knowledge representation*. CACHE, Austin, TX.
- Yang, A., Marquardt, W., Stalker, I., Fraga, E., Serra, M., Pinol, D. (2003). *Principles and informal specification of OntoCAPE*. Technical report, COGents project, WP2.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Németh Erzsébet

Magyar Tudományos Akadémia

Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézete

Rendszer és Irányításelméleti Kutató Laboratórium

1111, Budapest, Kende u. 13-17.

Systems and Control Laboratory, Computer and Automation Research Institute

Hungarian Academy of Sciences

H-1518, Budapest, POB. 63.

Tel.: 36-1-279 6163, Fax: 36-1-466 7503

e-mail: nemethe@sztaki.hu



ERP rendszerek szektorspecifikus funkcionális követelményei az élelmiszerláncban

Herdon M., Füzesi I., Rózsa T.

Debreceni Egyetem, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Gazdasági- és Agrárinformatikai Tanszék,
4030 Debrecen, Böszörményi utca 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

A számítógépes információ rendszer bevezetése előtti választásban a legfontosabb szempont a rendszerek funkcionalitása. Attól függően, hogy a kiválasztott rendszer milyen gazdasági és információs folyamatokat támogat, az adott vállalkozáson belül, különböző rendszertípusokról beszélhetünk. A fejlesztési igényeknek és lehetőségeknek megfelelően általában az egyes rendszertípusok különböző történeti korokhoz köthetők. Ezen tanulmány az élelmiszerláncban fellelhető információs rendszerek funkcionalitását hivatott vizsgálni, különös tekintettel az élelmiszerbiztonságra és az ellátási láncra.
(Kulcsszavak: információs rendszerek, értékelés, értékelési módszerek)

ABSTRACT

Domain specific functional requirements of ERP systems for the agri-food chain

M. Herdon, I. Füzesi, T. Rózsa

University of Debrecen, Faculty of Agricultural Economics and Rural Development,
Department of Economic and Agricultural Informatics H-4030 Debrecen, Böszörményi utca 138.

Before introduction of an information system the most important aspect in selection is the functionality of system. It depends that what kind of information and economics process are assisted in chosen information system, we can talk about different type of information systems. This types of systems belong to different historical times. This article analyzes functionality of information system in food industry, in consideration of supply chain and food safety.

(Keywords: information systems, evaluation, evaluation methods)

BEVEZETÉS

Kevés olyan terület van amire annyi figyelmet fordítanak mint az élelmiszerbiztonság kérdése. Nem is csoda, hiszen az élelmiszerláncban keletkező „bakik” emberek tömegeit érintik. Tehát elmondhatjuk, hogy az élelmiszerbiztonság napjaink egyik legfontosabb leginkább hangsúlyozott kérdése az élelmiszeripar minden területén.

Az élelmiszeripar többszörösen érintett az élelmiszerbiztonság és az ellátási lánc nyomon követhetőségében, hisz egyrészt a saját termékeinek visszahívása esetén, törekszik a saját kárának csökkentésére, másrészt a piaci pozíciójának biztosítása érdekében lényeges kérdés a termékminőség biztosítása.

Természetesen a társadalmi károk megelőzése érdekében a törvényi szabályozások és előírások is egyre szigorodnak, valamint az utóbbi években az emberek aggodalma is

rohamosan nő. Mindezen problémák lényeges terhet rónak az élelmiszeriparban tevékenykedő vállalatokra, viszont ezzel szemben nőtt az ERP (Enterprise Resource Planning – Integrált Vállalati Információs Rendszerek) rendszerek iránti érdeklődés és kereslet. Vagyis fogalmazhatunk úgy, hogy a szigorú szabályozás jót tett az ERP rendszerek fejlődésének, és ezzel egy időben a vállalatok fejlődésének is, hisz egy bevezetett ERP rendszer a vállalat értékét növeli.

A cikk első fejezeteiben igyekszünk bemutatni az élelmiszerszektorra érintő törvényi előírásból és társadalmi nyomásból fakadó, az élelmiszerbiztonságot, nyomonkövethetőséget és azonosíthatóságot érintő technikai megoldásokat. A további fejezetben kitérünk az ERP rendszer általános követelményeire, valamint a felsorolt problémák megoldását kínáló tipikusan az élelmiszeriparra alkalmazható ERP rendszerek többlet szolgáltatásaira.

AZ ÉLELMISZERBIZTONSÁG

Megkülönböztetett figyelem kíséri az élelmiszerbiztonsági kérdéseket Európa szerte, aminek kiváltó oka, egyrészt a fejlődésben keresendő, másrészt a médiából is ismert BSE, az E.coli, a dioxin és a közelmúltban a fűszerpaprika szennyezés (Anonymus, 2003)

A probléma kettős, egyrészt a legfontosabb, a megelőzés, másrészt, ha már valamilyen probléma van annak a megoldása, oly módon, hogy a társadalom a legkisebb kárt szenvedje. Mindkét esetben azonos technikai megoldásoktól várható eredmény. Ilyen megoldások a modern minőségbiztosítási rendszerek bevezetése, a termékek nyomonkövethetőségének biztosítása, valamint termékazonosítási rendszerek bevezetése. E megoldásoknak nagy hátránya, hogy különálló rendszereket alkotnak és nem képesek teljes mértékben lefedni az élelmiszeripari termékláncokat. Az ellátási láncban eltérő adatrögzítési és adattárolási technikákat alkalmaznak, ebből eredendően az információcseré és a harmonizáció is meglehetősen nehézkes. Napjainkban éppen ezért fontos kérdés az azonosítási és nyomonkövetési rendszerek kompatibilitásának és egységességének megteremtése (Anonymus, 2003).

A modern élelmiszeripar sajátossága, hogy az élelmiszer előállítása és feldolgozása időben és térben elválik egymástól. A nagy mennyiségben előállított élelmiszerek a világkereskedelemben gyorsan, nagyszámú fogyasztóhoz juthatnak el. A fogyasztóknak így nem is lehet rálátásuk az előállítás technológiájára, körülményeire és csak a végtermék előállítójába vetett bizalma segíthet az élelmiszer kiválasztásánál. Az Európai Unió politikájához tartozik az egységes belső piac kialakítása (Nagy, 2002). Ennek következménye, hogy az élelmiszer bármelyik tagállamból is származik, annak meg kell felelnie a magas szintű élelmiszerbiztonsági előírásoknak. Az Európai Bizottság 1997-ban kiadta az úgynevezett Zöld Könyvet, melyben meghatározta az európai élelmiszer-szabályozás főbb elveit. Legfontosabb alapelve a fogyasztók egészségének védelme, amely az áruk tagországokon belüli szabad mozgását is megelőzi (Falus, 2002). Az EU szemléletének változását az is alátámasztja, hogy a végtermék típusú ellenőrzésről a folyamat kontrollra fekteti a hangsúlyt, továbbá kiemeli a gyártó és az ellátó felelősségét, és a termékfelelősségi szabályokat kiterjesztették az alapanyag termelésre is. Az élelmiszeriparban nem lehet kérdéses, hogy minden résztvevőnek rendelkeznie kell korszerű komplex minőségbiztosítási rendszerrel. (A különböző rendszerek egymásra épülését az 1. ábra mutatja) E rendszereknek már nemcsak a kötelező tanúsítványok megszerzését kell szolgálni, hanem jóval tovább kell mutatni. A lépcső első foka a GMP (jó gyártási gyakorlat). Egy olyan minőségbiztosítási rendszer, melyben minden egyes

munkafolyamatot jól átgondolt szabályok alapján alakítanak ki és a munkafolyamatok egységet képeznek a minőségellenőrzési rendszerrel.

1. ábra

Minőségbiztosítási rendszerek egymásra épülése

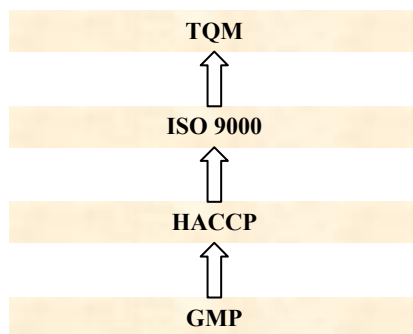


Figure 1: Levels of the quality assurance systems

Régebben kivétel nélkül olyan minőségellenőrzési rendszerek léteztek, melyek a késztermékeket vizsgálták és ellenőrizték, de a hibákat utólag kijavítani nem minden esetben volt lehetséges, vagy meglehetősen sok időt és sok pénzt igényelt a jó megoldás. Ezért különböző gyártástechnológiai és higiéniai szempontokat dolgoztak ki, majd később ezeket rendszerbe foglalták és kialakították a HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Points) "Veszélyelemzés Kritikus Irányítási Pontoknál" rendszerét.

A TQM (teljes körű minőségirányítás), már több mint egyszerű minőségbiztosítás, a termelés és fogyasztás minőségének teljes körét felöleli. Nemcsak a fogyasztó, hanem minden a termelésbe érdekelt fél elégedettségére törekszik, az adott szervezet minden oldalú folyamatos fejlesztésére irányul az összes dolgozó bevonásával. A TQM a vevő fogalmát tágabban értelmezi, amelybe beletartozik a belső (vállalaton belüli) felhasználó is, akinek eredménye függ az előző munkafolyamat termékének minőségétől is.

Természetesen ezeknek a különböző ún. „első generációs” élelmiszer biztonsági és minőségügyi rendszereknek is megvannak a hibáik. Az ISO 9000-es rendszerek például megvalósítják a minőségbiztosítást, de nem kifejezetten az élelmiszerbiztonság kérdéseinek megoldására lett kitalálva. A HACCP ezzel ellentétben megvalósítja a biztonságos élelmiszer előállításának feltételeit, de a minőséggel igazából nem foglalkozik. Ezen rendszerek előnyös tulajdonságait a jövőben megjelenő „második generációs” szabványok fogják egyesíteni, mint a EUREP GAP, SQF 1000/2000 és a BRC.

NYOMONKÖVETHETŐSÉG

A nyomonkövethetőség ISO 8402:1994 szerinti definíciója szerint: egy bizonyos termék életútjának, a rajta végrehajtott műveleteknek és térbeli elhelyezkedésének követési képessége rögzített információk alapján (Hajtun, 2002). Mivel egyre több élelmiszer jelenik meg az élelmiszerértékesítési láncban, nő az esély a szennyezésre. A nyomonkövethetőségnek legfontosabb célja, hogy elkülöníthető és pontosan meghatározható legyen egy esetleges szennyeződés forrása, ezáltal hatásosan

megoldható a termék visszahívása, kivonása a forgalomból. Szintén fontos, hogy segítségével vásárláskor bizonyos adalékanyagok vagy élelmiszerek elkerülhetőek, így nagyobb választási lehetőséget biztosítanak a termékek közötti választáskor (*Natural Resources Institute*, 2003). Ennek azért van kiemelt szerepe, mert egyes kutatások szerint az európai lakosság 20%-a szenved valamilyen étel allergiában, vagy intoleranciában. Ez a szám a gyermekeknél régiótól függően 4% és 8% között változik. Éppen ezért az élelmiszer előállítási lánc minden egyes résztvevőjénél rögzíteni kell az egyes egységek közötti mozgásokat ugyanúgy, mint az élelem előállításának folyamatait.

A termékek nyomonkövethetőségének két irányban is működnie kell. Egyrészt képesnek kell lennünk lépésről-lépésre végigkövetni egy kiválasztott terméket az ellátási lánc minden egyes szervezetén. Másrészt egy készterméket egészen pontosan kell tudni azonosítani, tudni kell, hogy a termék milyen összetevőkkel rendelkezik, hogy milyen gyártási és disztribúciós folyamatokon ment keresztül. Ez pedig egy alkalmanként előforduló, visszafelé irányuló folyamatot takar, melyet legtöbbször akkor végzünk el, ha valamilyen hibát észlelünk a termék előállítása során vagy a végtermék minőségében.

Egy jól működő nyomonkövetési rendszer megvalósításakor három tényezőt kell figyelembe venni (*Verdenius*, 2003):

1. A termék mely tulajdonságait vizsgáljuk. (*Szélesség*) Természetesen nem kell a termék összes attribútumát figyelemmel kísérni a teljes folyamat során, csak azokra kell koncentrálni, melyek befolyásolhatják a termék minőségi mutatóit.
2. Milyen mélységig és milyen mennyiségben követjük a terméket. (*Mélység*) Ha nagyon kis mennyiségekre bontjuk az alapvető megfigyelési egységet, az rendkívül megdrágíthatja a folyamatot. Viszont esetleges szennyeződés, hiba esetén sokkal kisebb mennyiséget kellene kivonni a forgalomból, amely jelentős költségmegtakarítással járhat.
3. Milyen pontossággal működik a rendszerünk, mekkora hibahatárokat engedünk meg. (*Precízió*)

AZ AZONOSÍTHATÓSÁG

A nyomonkövethetőség legkritikusabb pontja, hogy a termelési folyamat során elveszhet a teljes körű azonosíthatóság. Ez történhet az azonosító címkék eltűnéséből vagy sérüléséből, a termékláncok összekapcsolódása miatt, egynél több azonosító alkalmazása és a lánc szintjeinek különbözőségei miatt (*Furness*, 2004).

Az egyik leggyakoribb probléma akkor adódik, ha különböző termékláncok összekapcsolódnak. A feldolgozási folyamatok során a különböző beszállítóktól érkező alapanyagok összekeverednek, mivel a későbbiekben újra elkülönítésük nem lehetséges, az előállított terméknek nyilván kell tartani az egyes alapanyagait, illetve származásukat (*Furness*, 2003).

Szintén problémát okoz, hogy az ellátási lánc különböző szintjein különböző szintű információkra van szükség. Éppen ezért egyre nagyobb szükség van egy harmonizált adatstruktúrával rendelkező szabványosított rendszer kidolgozására és alkalmazására, mint például a napjainkban is működő EAN.UCC rendszer, de e mellett szükséges a hagyományos rendszerek alkalmazása is. Az EAN.UCC képes a termék egyedi azonosítására világszerte, minden ország és földrajzi határon keresztül és a szektorok között is. Előnyei: egyedi áruként és a logisztikai egységként is képes azonosítani a terméket, a különböző rendszerekkel való kompatibilitás, rugalmas felhasználhatóság, gyors és precíz reagálás és költségkímélő megoldás (*Anonymus*, 2002).

Az azonosíthatóság megvalósíthatóságának formái lehetnek (*Raspor, 2003; Golan et al., 2000*):

- Biológiai azonosítók
- Vonalkód rendszer
- Rádiófrekvenciás azonosító

ÁLTALÁNOS ERP FUNKCIÓK

Ha egy vállalat ERP (integrált vállalatirányítási rendszer) rendszer bevezetése mellett dönt, akkor a legfontosabb szempont, amit figyelembe vesz a kiválasztási döntésnél, az a rendszerek funkcionalitása, azaz mennyire felel meg az elvárásainak, mennyire könnyíti meg a munkáját azáltal, hogy mennyire illeszkedik a rendszer a vállalat gazdasági folyamataira.

A forgalomba lévő ERP rendszerek tulajdonképpen két rendezőelv szerint kerültek felépítésre, mindamellett, hogy az integráltság fontos szerepet töltött be a fejlesztések során.

E két rendezőelv:

1. moduláris felépítés (CBS-System, Microsoft Navision,...)
2. folyamat szemléletű felépítés.(SAP R/3)

A moduláris felépítés esetén, a modulok a vállalaton belüli hagyományos szervezeti egységeknek megfelelően kerültek kialakításra.

Így beszélhetünk

- Főkönyvi modulról
- Pénzügyi modulról
- Befektetett eszközmodulról
- Bér és munkaerő gazdálkodás modulról
- Készlet modulról
- Raktár modulról
- Termelésirányítási modulról
- Controlling modulról
- Projekt modulról
- E-business
- ...

A folyamat szemléletű ERP-k esetén elsődlegesen a gazdasági folyamatokra koncentrálnak. Természetesen ezen rendszereken belül is megtalálhatóak a ma már hagyományosnak mondható moduláris elemek, oly módon, hogy az egyes folyamatok egy-egy lépcsőjét jelentik.

Az egyes modulok funkcióit kettős követelményrendszer alapján építették fel a fejlesztők.

Egyrészt a törvényi előírások, mely érinti szinte az összes felsorolt modult, másrészt a felhasználók információ igénye.

Ha az ERP rendszerek moduljait tanulmányozzuk igazából a termelésirányítási modult, vagy területet tudjuk kiemelni, mely a leginkább szektorspecifikus. A termelésirányítás feladata, hogy kezelje a vállalaton belüli és a vállalat közvetlen környezetében keletkező adatokat és információkat nyújtson a termelés optimális méretéhez és üteméhez. A 2 ábrán láthatjuk a termelésirányításban érintett szereplőket és a keletkező információ áramlást.

2 ábra

A termelésirányítás szereplői

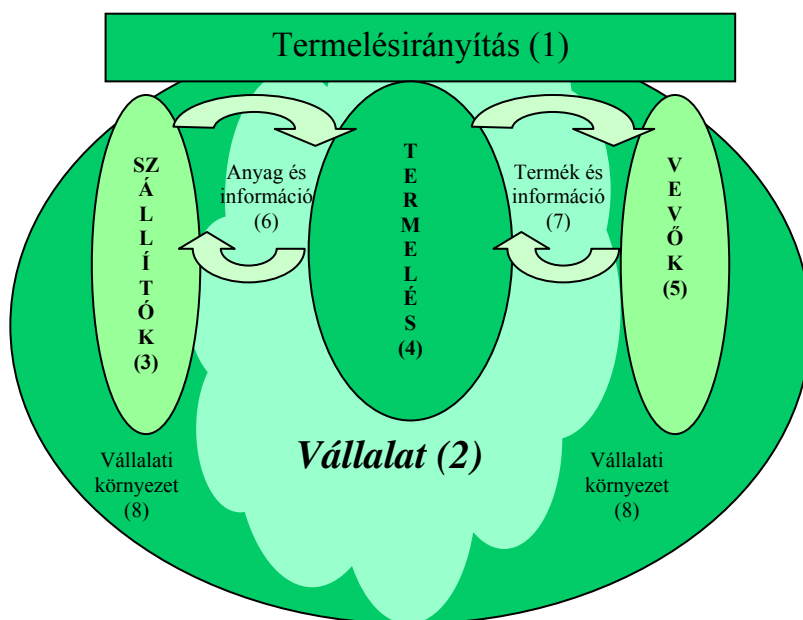


Figure 2: Participants of Product development and manufacturing

Production management(1), Enterprise(2), Suppliers(3), Production(4), Buyers(5), Material and information(6), Product and information(7), Environment of Enterprise(8)

SPECIÁLIS ERP FUNKCIONALITÁS AZ ÉLELMISZER SEKTOR ESETÉN

Az élelmiszeripari szektor esetén a 2 ábra kicsit módosul, figyelembe véve, hogy a termelésirányítási rendszer kénytelen gyűjteni az információkat nem csak a közvetlen környezetből (szállító) hanem a szállítóinak a szállítóitól és termelőitől is (3 ábra).

A szektorspecifikus, kimondottan élelmiszeripari alkalmazásokra, a fejlesztő cégek (CBS-System, SAP, Navision) olyan integrált megoldást kínálnak mellyel eredményesen megoldható a vázolt problémája (4 ábra, 5 ábra).

Az általános megítélés csak az anyag-, áru-, és információ gazdálkodás összes folyamatának integrálásával lehet racionalizáló és pontos koncepciót készíteni. A racionalizálás után lehetségessé válik az átlátható nyilvántartás (4 ábra).

Az élelmiszeriparban felmerülő igényeket csak egy integrált ERP rendszerrel lehet megvalósítani. Egy üzemi, üzleti folyamat integrálása garantálja a vállalat számára:

1. Az adatok online felrögzítését többlet munka nélkül
2. Az adatok online feldolgozását utólagos szigetmegoldások nélkül
3. A pontos nyilvántartást az ágazatra szabott ERP szoftveren belül
4. A törvényi előírásoknak való megfelelést, amellet, hogy a vállalati igényeket is maximálisan figyelembe veszik.

3 ábra

Termelésirányítás szereplői a nyomonkövethetőség biztosítása esetén

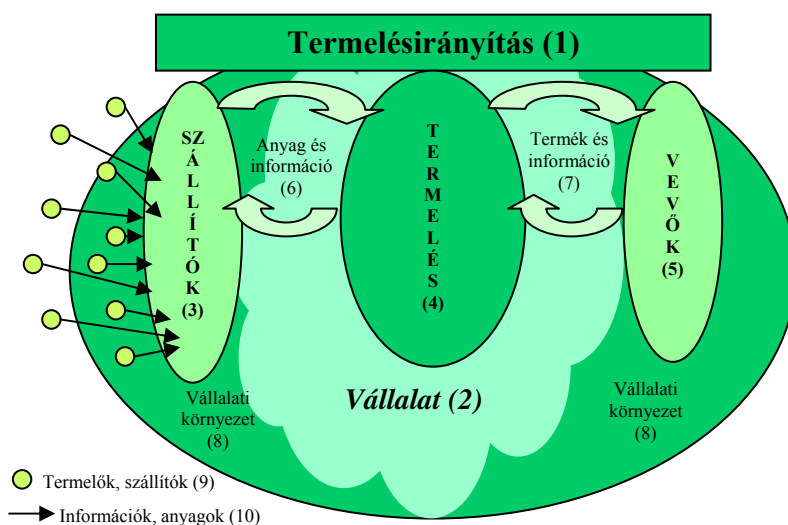


Figure 3: Participants of Product development and manufacturing assuring traceability

(1)-(8) See Figure 2, Manufacturers and suppliers(9), Informations and materials(10)

4 ábra

Ellátási lánc menedzsment az SAP esetén

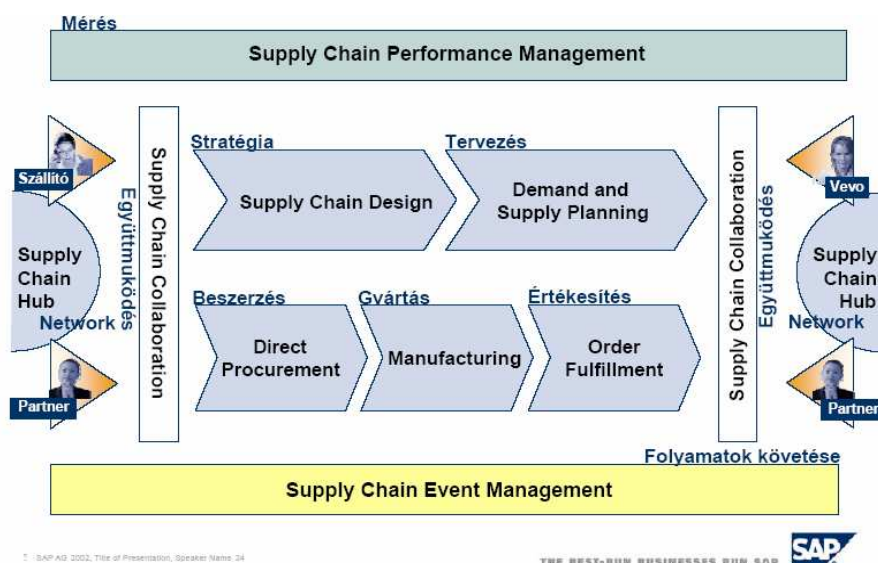


Figure 4: Supply chain management in SAP

5 ábra

Nyomonkövethetőség a Navison rendszerben

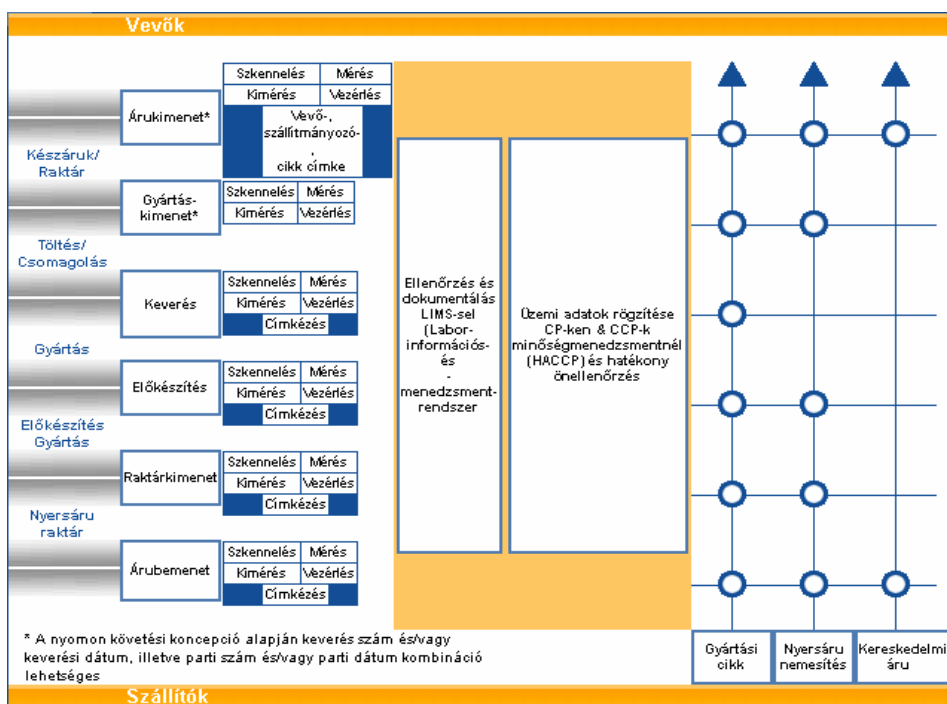


Figure 5: Traceability in Navison

Az élelmiszeriparban alkalmazott integrált ERP rendszerek az alábbi funkcionális követelményeket kell teljesítsék (SAP: mySAP SCM)

- Pontos nyomon követés a 178/2002 EU rendelet szerint
- A jövőbeni nyomon követési igények figyelembe vétele GMO készítményeknél (GMO-génteknikailag módosított organizmusok)
- Garantált minőség papír nélküli minőségbiztosítás menedzsmenttel
- Pontos kockázatbecslés nyilvántartás segítségével, mely keverést mely vevőnek szállítottuk (néma visszahívási akciók lehetségesek)
- Ellenőrzött szállítási minőség (szállítók bekapcsolása a komplett értékalkotó láncba)
- Átlátható keverés menedzsment a nagyobb folyamat- és termékbiztonság érdekében
- Integrált leképezés létszámnövelés nélkül az árugazdálkodási folyamatban (árubemenettől a raktáron, gyártáson, csomagoláson és kommissiózáson át az árukimenetek)

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálva az élelmiszeriparban alkalmazott ERP rendszerek, valamint a szektorra vonatkozó törvényi előírásokat és a vállalaton belüli gazdaságossági követelményeket elmondható, hogy a szektorspecifikus ERP rendszerek többletfunkciói a termék nyomonkövetésből és a termék teljes körű azonosíthatóságából adódik a kötelező élelmiszer-

biztonsági követelmények betartása okán. Ahhoz, hogy egy vállalat a saját és a társadalom védelmére kellő információval rendelkezzen egy adott termékről, kénytelen a termék és az terméket alkotó anyagok, az anyagot szállítók és termelők adatait olyan rendszerben feldolgozni, hogy biztosítható legyen a termék teljes azonosíthatósága. És ezzel nem ér véget a figyelési folyamat, hisz ugyancsak a vállalat érdeke a termék végfelhasználóig való jutásának figyelemmel kísérése. Ezen felül az információáramlást visszafelé is meg kell oldani, hisz a fogyasztónak is kívánalma, hogy tudja milyen folyamatokon ment keresztül az adott termék amit ő megvásárolt.

IRODALOM

- Anonymus (2002). Élelmiszerek nyomon követése, EAN Hírek 9. 3.
- Anonymus (2003). Minőségbiztosítási elvárások a nemzetközi baromfiiparban, Agro Napló 7. 3. 2-4.
- Falus G. (2002). Napjaink prioritása: az élelmiszer-biztonság, 2002/9
<http://www.pointernet.pds.hu/ujsagok/agraragazat/2002-ev/09-szeptember/agrarag-11.html>
- Furness, T. (2003). Cross-Supply Chain Traceability from an ICT Perspective, FoodTrace Conference Sitges,
- Anthony, F. (2004). Foodtrace Generic Framework, Foodtrace Workshop Brussels
- Golan, E., Kuchler, F., Mitchell, L., Greene, K., Jessup, A. (2000). Economics of Food Labeling, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Agricultural Economic Report 793.
- Hajtun Gy. (2002). Termőföldtől az asztalig. Húsos, 10. 3.
http://www.edosz.hu/husos/02/06/02_06_06.html
- Nagy F. (2002). A biztonság új dimenziója. Magyar Tudomány, 2002/9,
<http://www.matud.iif.hu/02sze/nagyf.html>
- Natural Resources Institute (2003). Food Management and Marketing Group,
<http://www.nri.org/about/fmmg.htm>
- Raspor, P. (2003). Primary identifiers of Food items using Bio(logical) markers, 2nd International Food Trace conference Barcelona 2003,
- Verdenius, F. (2003). Development of Traceability Systems, FoodTrace Conference Sitges 2003.
- SAP: mySAP SCM.
<http://www.sap.com/hungary/solutions/business-suite/scm/index.epx>

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Herdon Miklós

Debreceni Egyetem, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar
4032, Debrecen, Böszörményi u. 138.
University of Debrecen
Faculty of Agricultural Economics and Rural Development
H-4032, Debrecen, Böszörményi 138.
Tel.: 36-52-508-360
e-mail: herdon@agr.unideb.hu



Példa a Mobil Internet alkalmazására az agrárgazdaságban

Szilágyi R, Lengyel P.

Debreceni Egyetem, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Debrecen, 4030 Böszörményi utca 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

A mobil eszközök mezőgazdasági alkalmazására számos jól használható alkalmazás található. Példaként említhetők a GPS-alapú térkép szoftverek és más jól komplexebb rendszerek. Ezen alkalmazások még csak elterjedőben vannak Magyarországon. Az agrárszektorban a mobil eszközök és a mobil Internet használata alkalmazása egyre jobban növekszik. A mobil eszközök nagyon jól használhatók a mezőgazdasági termékek árinformációjában. Az általunk fejlesztett alkalmazás, az Agrárgazdasági Kutató Intézet által üzemeltetett Mezőgazdasági Árinformációs Rendszer mobil elérhetőségét valósítja meg. A piaci szereplők információs igényét hatékonyan ki lehet elégíteni mobil eszközökkel. A legnagyobb korlátot a készülékek kis kijelzője jelenti.

(Kulcsszavak: mobil Internet, mobil alkalmazás, WAP)

ABSTRACT

An example for Mobile Internet applications in agriculture

R. Szilágyi, P. Lengyel

University of Debrecen, Faculty of Agricultural Economics and Rural Development, Debrecen, H-4030 Böszörményi utca 138.

There are already several applications on mobile devices that can be useful in agriculture. For example GPS-enabled map software and even other, more complex agricultural systems. These are just beginning to spread in the Hungarian agrifood sector. The possibility of using mobile Internet and mobile tools for agribusiness is increasing. Mobile tools are really suitable for tasks like inspecting the evolution of prices of agricultural products. An application developed by us is a mobile extension to access the Market Price Information System run by the Hungarian Agricultural Economics Research Institute. The accessibility of information demanded by market actors can be ensured effectively by using mobile tools. The biggest limitation for mobile devices is screen size.

(Keywords: mobile Internet, mobile application, WAP)

BEVEZETÉS

A mobil eszközök és arra épülő alkalmazások fejlődését áttekintve megállapítható, hogy azok egyre inkább elterjednek, és meghatározóvá válnak. Az IT (Információs Technológia) és a mobil kommunikáció rendkívül gyors fejlődésének köszönhetően új alkalmazások jelennek meg (Herdon, 2004). A rohamos technikai fejlődésre jellemző, hogy olyan területeken is alkalmazásra kerülnek ezen eszközök, amely területeken nem volt jellemző az ilyen technológia (Herdon, 2005). A meglévő eszközök technikai lehetőségeit össze kell vetni a mobil munkavégzés igényeivel, meg kell vizsgálni, mire kell odafigyelni az eszközök kiválasztása során. A mobil eszközöket nem csupán azok technikai képességei alapján kell

megítélni, hanem figyelembe kell venni beszerzésének és alkalmazásának költségeit, mivel e tényezők döntően befolyásolják az eszközök és szolgáltatások elterjedését.

A MOBIL INTERNET ÉRTELMEZÉSE

A mobil Internet definíciója *Dárdai* (2002) szerint a következő: „a mobil távközlés és a mobil hálózat legfontosabb szolgáltatása, előnye és lényegi tulajdonsága az, hogy az előfizető az ellátottsági területen belül tetszőleges helyen, mozgás közben is összeköttetést létesíthet a hálózattal, a hívott féllel. A létrejött összeköttetés fennmarad akár mozgás közben, miközben a mobil állomás jogosultsága szerint a felhasználó a hálózat szolgáltatásaihoz folyamatosan hozzáférhet.”

A mobil Internet hozzáférésnek jelenleg két fő irányvonala van. A 3G (harmadik generációs mobiltelefon hálózat) és a Wi-Fi (WLAN- Wireless Local Area Network – Vezetéknélküli Helyi Hálózat) szabvány lehetővé teszi a nagy sáv szélességű hozzáférést. Érdemes ezért a hasonlóságokat és különbségeket röviden áttekinteni:

Hasonlóságok:

- mindkettő vezeték nélküli (számottevő előny a kábelek mellőzése, a nagyobb mobilitás),
- mindkettő hozzáférési technológia (tulajdonképpen a vezetékes hálózat utolsó szegmensébe beépülve lehetővé teszi a hálózat olyan helyekre való kiterjesztését ahová a kábeleket nehezen, vagy túl költségesen tudnánk kiépíteni),
- mindkettő nagy sáv szélességet kínál (a jelenlegi ISDN és analóg telefonos kapcsolatokhoz képest nagyságrendekkel nagyobb sáv szélességet biztosítanak),
- mindkettő lehetővé teszi a folyamatos hozzáférést (a „mindig, mindenhol hozzáférhető” hálózat használatából fakadó előny talán a legnagyobb a felsoroltak közül).

Különbségek:

- eltérő üzleti modellek, telepítési környezet (a 3G alapvetően a mobiltelefon szolgáltatásait bővíti ki, míg a Wi-Fi a számítógépes hálózati kapcsolatokra van specializálva, de ugyanakkor egyéb alkalmazási alternatívákat is magukban hordoznak),
- frekvencia használat jogi és menedzselési kérdései (a 3G frekvenciája engedélyköteles – tenderezzel döntenek az engedélyekről -, míg a Wi-Fi jelenleg nem engedélyköteles),
- a technológiai fejlettségi szintjük különböző. (*Lehr and McKnight*, 2003)

PIACI ÁRINFORMÁCIÓ ELÉRÉSE MOBILTELEFONON

Magyarországon az AKI (Agrárgazdasági Kutató Intézet) által üzemeltetett Piaci Árinformációs Rendszer Interneten keresztül érhető el. A piaci árinformációs rendszerek feladata a piac szereplőinek tájékoztatása, valamint ezekről jelentések készítése (*Kapronczai*, 2003). Az AKI-val folytatott többszöri konzultáció eredményeket merült fel a meglévő rendszer mobil platformra átváltásának igénye. A konzultációk során kiderült, hogy a rendszer elkészítése során nem valósították meg a szolgáltatás mobil elérését. Az általunk fejlesztett WAP felületen elérhető demo-változat segítségével mobiltelefonnal bármikor el lehet érni az árakat. Az alkalmazás fejlesztése során nagy figyelmet fordítottunk a mobiltelefonok kijelzőjének kis mérete miatt megjeleníthető adatokra. A navigálás linkek segítségével zajlik, a menüpontok egyszerűen érhetők el. A kiválasztott, illetve a

rendelkezésre álló készülékek kijelzőjének limitáltsága miatt csak a legszükségesebb adatok tüntethetők fel. A bejelentkezéskor a piac, majd a termék típusának (zöldség, gyümölcs) kiválasztása tehető meg. A kiválasztott növény ára pedig táblázatos formában jelenik meg.

A rendszer logikai felépítését az 1. ábra mutatja. A mobiltelefon a beépített böngészőn keresztül éri el a szerveren található alkalmazást, melyhez WAP átjáró segítségével kapcsolódik. Minden tevékenységet szerveren végzünk a mobiltelefon csak a böngésző funkciót látja el.

A 2. ábra mutatja az adatok áramlását. A mobiltelefon a WAP átjárón keresztül kommunikál a WWW szerverrel. A WWW szerveren keresztül érhető el az adatbázis valamint a lekérdezés funkció.

1. ábra

A rendszer logikai felépítése

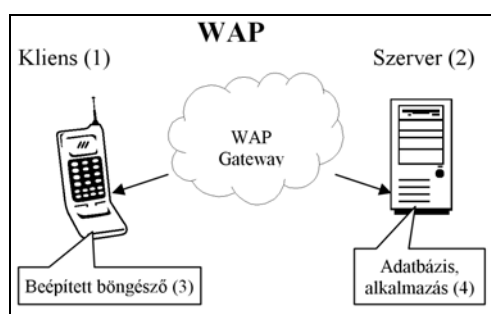


Figure 1: The logical structure of the system

Client(1), Server(2), Embedded browser (3), Database, application (4)

2. ábra

A rendszer adatkapcsolatai

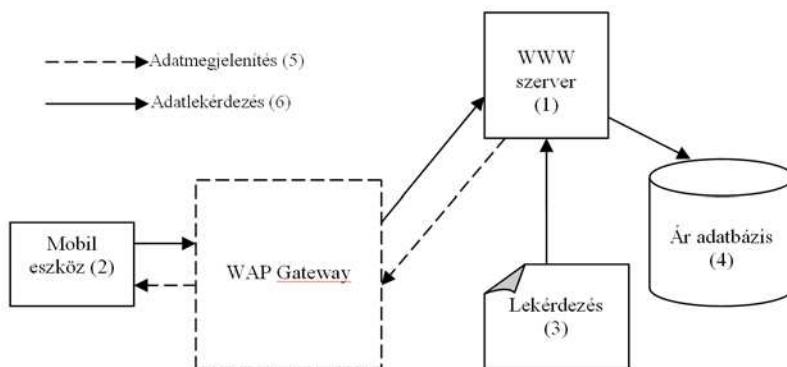


Figure 2: The data connections of the system

WWW server(1), Mobile device(2), Queries(3), Price database(4)

A FEJLESZTÉS LÉPÉSEI

Fejlesztői környezet kialakítása

A fejlesztés első lépéseként a fejlesztői környezet kialakítására került a sor. A fejlesztői környezet kialakításában a gatewaynek kulcsfontosságú szerepe van, hiszen ez biztosítja a mobil eszköz, illetve a webszerver kapcsolatát. Emellett a MySQL szervert és az Apache webszervert is össze kellett „hangolni” (Lane, William, 2004). Az adatbázis lekérdezését kezelő WML oldalak a MySQL szerverrel beágyazott PHP scriptek segítségével teremtenek kapcsolatot (Zandstra, 2005).

A folyamatos tesztelésre a Nokia S60 SDK-t használtunk. Ez a fejlesztőkörnyezet az átlagostól nagyobb felbontású kijelzőt tartalmaz. A nagyobb kijelző használatát azért tartottuk előremutatónak, mert a jövőben megjelenő készülékekre ez lesz a jellemző.

Adatbázis létrehozása

A fejlesztés a továbbiakban a piaci árinformációs adatbázis létrehozásával folytatódott. Az Agrárgazdasági Kutató Intézet (AKI) Piaci Árinformációs Rendszeréből (PÁIR) átkonvertált, illetve a megfelelő lekérdezésekhez alkalmasan átszerkesztett adattáblák létrehozása után, a lekérdezések megtervezése következett. A piaci árinformációk közül a zöldség-gyümölcs árak kerültek feldolgozásra.

A lekérdezési szempontok csoportosítása a következő:

Termék: gyümölcs - zöldség

Származási hely: import - magyar

Piac: Budapest - vidék

Ár: nagybani - fogyasztói

A rendszer struktúráját mutatja a 3. ábra.

A RENDSZER FUNKCIÓI

Lekérdezés

A rendszer létrehozásának elsődleges célja a piaci árinformációs rendszer elérése WAP-on keresztül. Ennek megfelelően a lekérdezések kialakítása nagy figyelmet kívánt. Az elsődleges cél az volt hogy bárki szabad hozzáférést kapjon a rendszer adataihoz (piaci árakhoz).

A létrehozott adatbázis lekérdezése során a megjelenítés 3 card (WML oldal) alapján valósul meg. Az első a termék, származási hely, piac, ár kiválasztására alkalmas (4. ábra). A második card már a megadott paramétereknek megfelelő adattáblával teremt kapcsolatot, ahol a termék neve és fajtája alapján lekérdezhető a piaci ár. A piaci árak megjelenítésére a 3. card szolgál (5. ábra).

Bejelentkezés

A fejlesztés következő lépése az volt, hogy a rendszer képes legyen adatbevitelre is. A felhasználók egy szűk körének adatfeltöltésre is jogot adó hozzáférést kell tehát biztosítani. Ennek megfelelően ennél a funkciónál szükség volt egy beléptetés kialakítására is.

Adatbevitel

Amíg a lekérdezésnél nem iktattunk be semmilyen hozzáférési jogosultságot kezelő cardot, addig a feltöltésnél mindenképpen be kellett iktatni egyet, mellyel külön ellenőrizhető, hogy kik azok a felhasználók, akik az adatbázisba feltölthetnek adatokat.

3. ábra

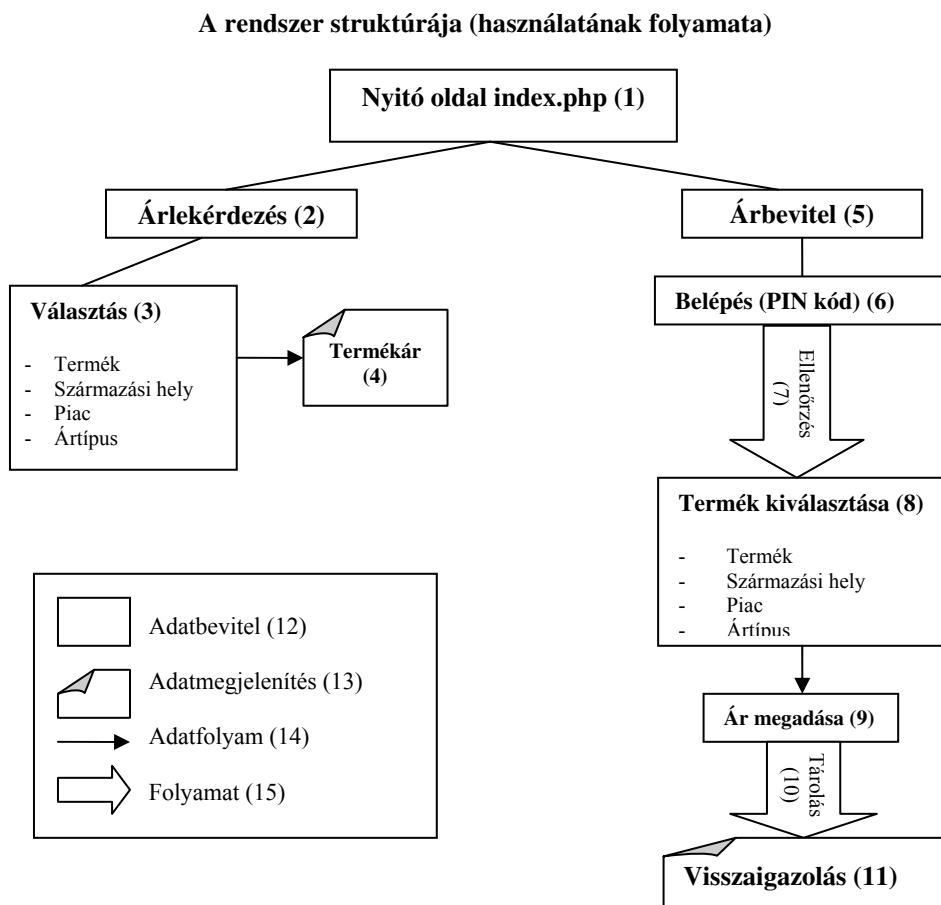


Figure 3: The structure of the system (usage process)

Open page(1), Price query(2), Selection(3), Product price(4), Price input(5), Login(6), Login checking(7), Product selection(8), Price(9), Storage(10), Feedback(11), Datainput(12), Datashow(13), Dataflow(14), Process(15)

A tevékenységeknél feltöltést választva ennek megfelelően a következő cardon egy 4 számjegyű PIN kódot kell megadni a továbblépés és az adatbázis feltöltéséhez való hozzáférés végett. A rendszer az adatbázisban tárolt pinkódokkal összehasonlítja a felhasználó által megadott kódot. Ha talál megegyezőt, azt közli a felhasználóval („pinkód helyes”) és továbblép a kiválasztás cardra.

Ezután a lekérdezésnél használatos képernyőfelépítés került felhasználásra. Ki kell választani a termék, származási hely, piac, ár adatokat. A paraméterezésnek megfelelő adattáblához kapunk hozzáférést. Ezután természetesen már csak annyit kell tenni hogy kiválasztjuk mely fajtaához szeretnénk árat feltölteni és megadni az árat, aminek a tárolását a következő card igazolja vissza.

4. ábra

Paraméter megadása

AKI adatbázis

Termék:
gyumolcs

Származási hely:
belföld

Piac:
Budapest

Ár:
fogyasztói

Options Back

5. ábra

Ár megjelenítése

Piaci árak

Fajta	Ar1	Ar2	Ar3	Ar4
Idared	47	98	78	78

Options Back

Figure 4: Parameter input

Figure 5: Price display

EREDMÉNYEK

A rendszer működése több készüléken is kipróbálásra került. A Gazdasági- és Agrárinformatikai Tanszék Thor nevű szerverére telepített alkalmazás számos mobiltelefonon sikeresen futott (Nokia 3510i, Nokia 6230). A tapasztalatok azt mutatják, hogy a nagyobb kijelzővel rendelkező készülékek által megjelenített adatok jobb hatást gyakorolnak a felhasználóra.

IRODALOM

- Dárdai Á. (2002). Mobil távközlés, mobil Internet, (Mobil ismeret) ISBN 963 440 996 2, 252-253.
- Herdon M. (2004). Információtechnológiák az agrárgazdaságban. Agrárinformatikai Nyári Egyetem és Fórum, SZIE Gödöllő. CD-ROM Kiadvány. ISBN 963 472 7670. Magyar Agrárinformatikai Szövetség. 1-11.
- Herdon, M. (2005). Ambient Intelligent Rural Environment. AVA2 Konferencia. Debreceni Egyetem AVK 2005 április 7-8. CD-ROM. 1-8.
- Kapronczai I. (2003). Agrárinformációs rendszerek fejlesztésének megalapozása, PhD disszertáció, Szent István Egyetem, Gödöllő
- Lane D., Williams H. E. (2004): Web Database Application with PHP and MySQL, 2nd Edition O'Reilly, ISBN : 0-596-00543-1
- Lehr W., McKnight L.W. (2003): Wireless Internet access: 3G vs. WiFi?, Telecommunications Policy 27. 351–370.
- Thysen I. (2000): Agriculture in the Information Society, AgEng 2000, 2-7 July 2000, <http://www.idealibrary.com> (2005.06.20.)
- Zandstra M. (2005). Tanuljuk meg a PHP5 használatát 24 óra alatt. Kiskapu kiadó : Budapest

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Szilágyi Róbert

Debreceni Egyetem, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar
4032, Debrecen, Böszörményi u. 138.

University of Debrecen

Faculty of Agricultural Economics and Rural Development

H-4032, Debrecen, Böszörményi u. 138.

Tel.: 36-52-508-471, Fax: 36-52-486-255

e-mail: szilagyi@thor.agr.unideb.hu



Korcsoportos populáció-dinamikai modell bemutatása

Barna R., Sugár L.

Kaposvári Egyetem, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40

ÖSSZEFOGLALÁS

A vadgazdálkodás tervezéséhez szükséges az egyes vadfajok egyedszámának ismerete. Az évente elvégzendő becslések azonban jelentősen eltérhetnek a valós létszámtól. Az általunk kidolgozott populáció-dinamikai modell a terítékadatokat és a nagyvadfajok ökológiai jellemzőit felhasználva számítja ki a populáció létszámát. A modellel a Somogy megyében élő gímszarvas-állományt vizsgáltuk az 1970 óta rendelkezésünkre álló terítékadatok alapján. Az eredmények azt mutatják, hogy a becsült létszám lényegesen kisebb mint a számított, így például a gímszarvas létszáma számításaink szerint 2004-ben 15 752 egyed volt, szemben a becsült 11 358-al.

Kulcsszavak: populáció-dinamika, modell, gímszarvas (*Cervus elaphus*), becslés, teríték

ABSTRACT

Introduction of an age group population dynamic model

R. Barna, L. Sugár

University of Kaposvár, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40

The plan of game management necesse to know the stock sizes of different game species. The result of the annually completed game stock estimation is very different from the real stock size. The population dynamic model (elaborated by the authors) use the bag size data and some ecological parameters of big game species to calculate the stock size. We calculated the red deer population stock size in Somogy county using of known bag size data since 1970. The result shows that the stock size estimated is than calculated, for example the calculated red deer stock size were 15 752 individuals in 2004 instead of the 11 358 estimated.

Keywords: population dynamics, model, red deer (*Cervus elaphus*), estimation, bag size

BEVEZETÉS

A magyar vadgazdálkodás új működési kereteit az 1996. évi LV. törvény „A vad védelméről, a vadgazdálkodásról és a vadásatról” alakította ki (Csányi és Heltai, 1999). Országosan 6 vadgazdálkodási táj és 24 vadgazdálkodási körzet jött létre (Csányi, 2001), Somogy megye teljes területe alkotja a IV/2-es nagyvadas körzetet (1. ábra).

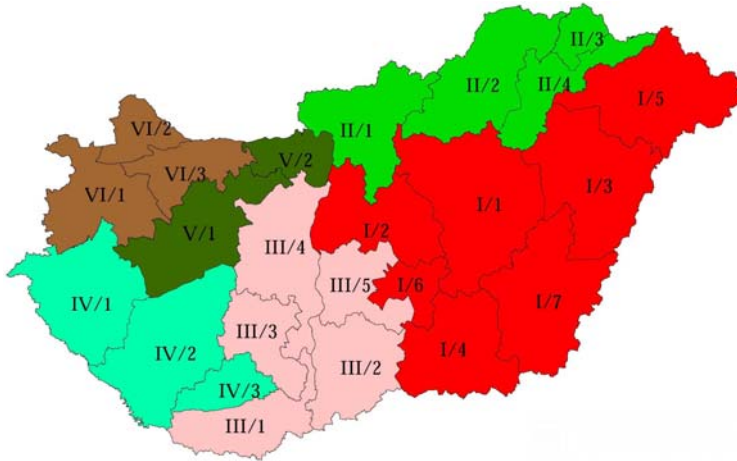
A gímszarvas elterjedési területe az elmúlt évtizedekben jelentősen nőtt, főleg az Alföld azon területein, ahol kiterjedt erdőtelepítéseket végeztek. Becsült állománya és terítéke a kilencvenes évek kezdetének apasztását követően csökkent, de a későbbi becslések ismét 75 000 egyed feletti létszámot jeleztek (Pintér és Csányi, 2001).

Turós (2004) szerint 1994-től 2003-ig 5 megyében, ahol a legjobb minőségű szarvas él (Baranya, Somogy, Vas, Zala, Veszprém), a létszám megduplázódott, és az ország szarvas-állományának 63%-át teszi ki. Ez a létszám meghaladja a megengedettet, és igen jelentős vadkárt okoz. Sok vadászatra jogosult a magas vadkártérítés miatt ellehetetlenül.

A terület az elmúlt három évben is folyamatosan nőtt Somogy megyében. Ez megállította a nagyvad létszámnövekedését, és helyenként a gímállomány csökkenését is magával hozta (Simon, 2005). Nagyvadállományunk mennyiségét csökkenteni kell, mégpedig úgy, hogy az nem mehet a minőség rovására.

1. ábra

Vadgazdálkodási körzetek Magyarországon



Forrás: OVA; Source: Hungarian Game Management Database

Figure 1: Game management districts in Hungary

Populációdinamikai modellek és alkalmazásuk a vadgazdálkodásban

A populációk sűrűségének változását döntően négy, ún. elsődleges ökológiai tényező határozza meg: a születés (natalitás), halálozás (mortalitás), bevándorlás (immigráció), kivándorlás (emigráció). A születés és a bevándorlás növeli, míg a halálozás és a kivándorlás csökkenti a populációt.

Emellett léteznek ún. másodlagos tényezők, úgymint a koreloszlás, az ivararány, a génkészlet, az alkat (konstitúció), az erőnlét (kondíció), a megbetegedési hajlam (morbidity), a fajok közti versengés (kompetíció), a ragadozás (predáció), a sűrűségfüggő jellemzők, stb., melyek szintén hatnak a populáció nagyságának változására.

Az állományváltozást az $dN/dt = (B - D) + (I - E)$ differenciál egyenlettel írhatjuk le, ahol dN/dt a populáció időre vonatkoztatott létszámváltozása, B a születések, D a halálozások, I a bevándorlás, E a kivándorlás mértéke. Az egyenletet a $dN/dt = r(t)N$ alakban is felírhatjuk, ahol $r(t)$ a populáció pillanatnyi növekedési rátája. Ennek algebrai megoldása: $N = Ce^{rt}$, ahol C a kezdeti feltételt megadó konstans. Ezt hívjuk az *exponenciális populációnövekedés egyenletének* (Malthus egyenlet).

Ha figyelembe vesszük a környezet eltartó képességét, akkor a $dN/dt = rN(K - N)/K$ differenciál egyenlettel írhatjuk le a populációnövekedést, ahol K a környezet eltartó képessége. Ez a *logisztikus populáció növekedési egyenlet* (Verhulst egyenlet) (2. ábra) (Sharov, 1996).

A két modell jól használható a gyakorlatban annak ellenére, hogy eléggé leegyszerűsítettek (Faragó és Náhlik, 1997).

2. ábra

Az exponenciális és logisztikus populáció-növekedés

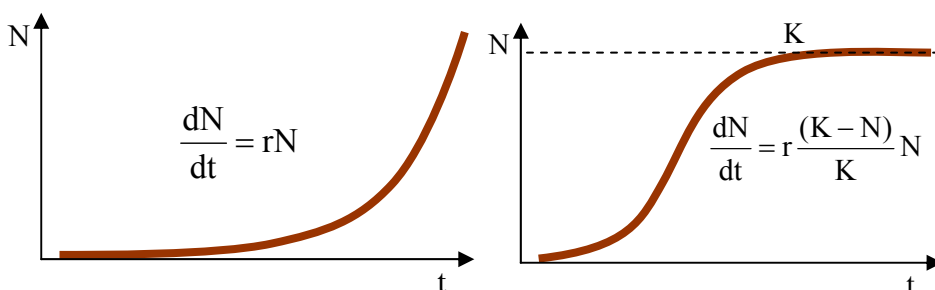
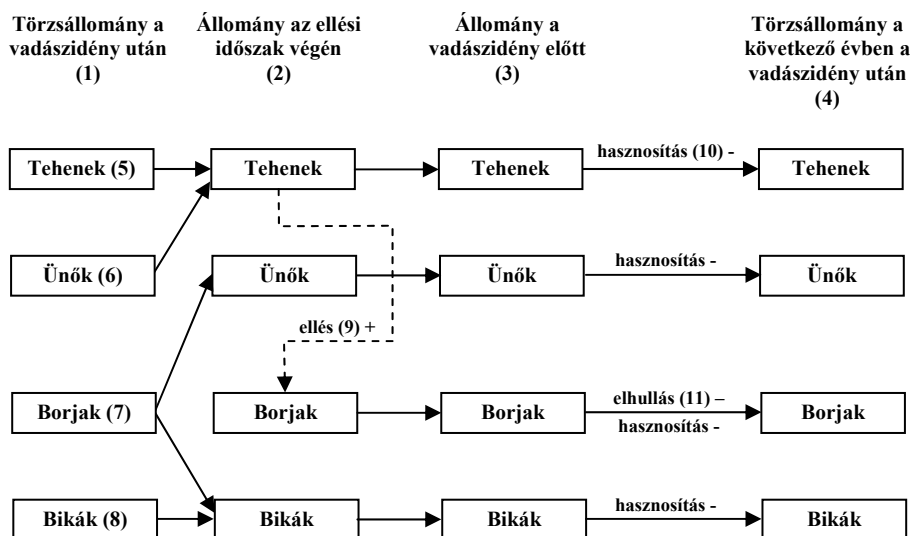


Figure 2: The exponential and logistic population-grow

Faragó és Náhlik (1997) kidolgozták a hazai szarvasfélék állományszabályozási modelljét (3. ábra). Nem vették figyelembe az ökológiai eltartó képességet mert a populáció sűrűség ennél lényegesen kisebb, illetve a ki és bevándorlást, mivel azok kiegyenlítik egymást. A modell a vadászidény utáni törzsállományból indul ki.

3. ábra

A hazai szarvasfélék állományszabályozási modellje



Forrás: Source: Faragó és Náhlik (1997)

Figure 3: The population-control model of deer species in Hungary

Population size after hunting season(1), Population size after calving season(2), Population size before hunting season (3), Population size next year after hunting season (4), Hinds(5), Yearling hinds (6), Calves(7), Stags(8), Calving+(9), Harvest -(10), Mortality -(11)

Nagyvadállományunk minőségi fenntartása érdekében a fiatalabb korosztályokból és a populáció egészéből a gyengébb vagy rendellenes trófeanövekedésű egyedeket ki kell venni. A vadászati szaknyelv ezt válogató vadászatnak (selejtezésnek) nevezi. Ennek eredményeként csak az igazán jó trófeanövekedési képességekkel rendelkező példányokat hagyjuk megőregedni (Faragó és Náhlik, 1997).

Rácz (1979) szerint (frissebb hivatkozások is kellenének) a minőségi szabályozás egyoldalú szemléletének következtében felszaporodott a vadállomány, esetenként és helyenként nem kívánatosan alakult az ivararány, nem ismertek az egyes vadfajok korosztályviszonyai. Az állománybecsléseknél több hivatásos vadász az eredményes vadásztatás érdekében tartalékolásra törekszik, letagadja az állomány egy részét. Sajnos, helyenként maga a hivatásos vadász sem tudja tulajdonképpen milyen létszámú állományt kezel.

A becslési adatok és a teríték között nincs összhang (Sugár, 2003a), sőt, a becsléseknek nincs valós alapja egyik nagyvadnál sem (Sugár, 2003b).

Az állományszabályozásnak több együtthatója van, amelyek közösen és külön-külön is érvényesülnek az állomány alakulásában: mennyiségi szabályozás, minőségi szabályozás (selejtezés), ivararány-szabályozás, korosztály-szabályozás. Ezek alapos ismerete nélkül nem képzelhető el céltudatos vadgazdálkodás (Rácz, 1979).

Mennyiségi szabályozás

Rácz (1979) szerint a helyesen kezelt 1:1 ivararányú állomány szaporulata 28% (ez tehén- és az üdőállomány után számítva 70%), tehát az állomány szinten tartása esetén 28%-ot lehet lelövésre előirányozni. A szarvas-állomány növeléséhez ennél kevesebbet kell löni, állománycsökkentésnél pedig többet.

A tehén- és az üdőállomány után számított szaporulat-aránya 70%-os, egyes területeken a 75-80%-os szaporodás is természetes. A tehenek és üdők együttes számának 70%-át vehetjük szaporulatnak, amely az ellés évében szeptember 1-én megtalálható az állományban (Rácz, 1979). Az üdők vemhesülési rátája 92,6% a teheneké (>2év) 100%. Somogy megyében (Heltay és mtsai., 1986), gyenge élőhelyen ez üdők esetén 20-90% teheneknél 70-99%, ikervemhesség 300 tehén közül egyben fordul elő (Sugár, 2002).

Rácz (1979) kidolgozott egy modellt, amelyben a becsült állományban a borjak 50-50%-ával megemeli a bika és tehénállományt. Ez a korosbítás. Ezután a becsült tehén és üdőállomány 70%-át veszi szaporulatnak. Ebből levonja a hasznosítás mértékét. Ezt elvégzi minden évre. Szemléltetésképpen bemutatja, hogy 1973-ban 14 681 bikát, 16 114 tehenet, 8 332 borjút vagyis összesen 39 127 gímszarvast becsültek. 1973-ban 17 040, 1974-ben 16 433, 1975-ben 17 945, 1976-ban pedig 19 294 volt a teríték. A számítás azt mutatta, hogy 1976-ban (négy év múlva) mínusz 2 313 darabos állomány keletkezik, tehát az 1973-as becslés nagyon rossz volt, és egy évben sem közelíti meg a valóságot.

Bod (1994) alkalmazta a fenti módszert Somogy megye gímszarvas-állományára. Az 1972-ben a becsült 4 670-es létszámból kiindulva, 1990-re 22 594 gímszarvasnak kellett volna lennie, de a becslés ekkorra még mindig csak 7 878 egyed volt (a 2005-ben becsült állomány 12 000).

Csányi (1989) kiszámolta a teríték és a gímszarvas becsült számának hányadosát. Ez az egyszerű módszer bizonyította, hogy a számított igen magas (>40%) hasznosítás a gímszarvas számának erőteljes csökkenését vagy a kihalását eredményezte volna. Az ilyen mértékű hasznosítás csak a becsülnél nagyobb létszámú populáció esetén lehetséges.

Csányi (1991) a gímszarvas populáció dinamikáját vizsgálta a hasznosítás mértékének figyelembe vételével. A számított populáció létszámára az $N_t = (H_{t-1} * R_{t-1}) / (1 - d_{t-1} + (f_{t-1} * c_{t-1}) - R_{t-1})$ képletet alkalmazta. Ahol: N_t : t-edik évi számított létszám, N_{t-1} : t-1-edik évi számított létszám, n_t : t-edik évi becsült tavaszi törzsállomány létszáma, n_{t-1} : t-1-edik évi becsült tavaszi törzsállomány létszáma, R_{t-1} : A t-1-edik évi megfigyelt populáció növekedés, $n_t = R_{t-1} * n_{t-1}$,

H_{t-1} : t-1-edik évi teríték, rendelkezésre álló adatokból, d_{t-1} : t-1-edik évi természetes (nem vadászati) mortalitás (≥ 2 év), f_{t-1} : t-1-edik évi felnőtt nőivarúak aránya (≥ 2 év), c_{t-1} : t-1-edik évi szaporulat nőstényenként szorozva a borjú túléléssel a vadászati szezoniig. A modellben a felnőtt nem vadászati mortalitás 3-6%, véletlenszerű, a vemhességi ráta 94,4% (Heltay és mtsai., 1986) állandó, a borjak vadászati szezoni előtti becsült átlagos mortalitása 10% (Páll, 1985), mivel azonban ez évről évre jelentősen változhat, ezért a modellben a borjú túlélés 75-99% között véletlenszerűen változik. Százszor átszámolva a modellt, az átlagot és a ± 2 *szórást fogadta el eredményként. Összehasonlítva a becsült létszámmal azt kapta, hogy a becsült létszám egy év kivételével mindig kevesebb volt, mint az átlag ± 2 *szórás. Populáció trend számítását is végzett, amit a $N_t = \lambda * N_{t-1} - H_{t-1}$ formulával számolt, ahol a λ populáció növekedés (szaporodás-mortalitás) állandó. Ez a számítás alkalmas a kezdő létszám (N_{1969}) meghatározására. A legjobban illeszthető paramétert a λ és N_{1969} értékére a χ^2 minimum összegéből származtatta. Eredményként azt kapta, hogy a kiinduló létszám $N_{1969}=40\ 050$, $\lambda=1,318$ $\chi^2=38\ 697$. Az utolsó 10 évben (1979-1989) a becsült létszám 40-60%-al kevesebb volt, mint a modell alapján számított.

Minőségi szabályozás

A gímszarvas-állomány minőségének megtartása, illetve javítása elsősorban szakmai követelmény. Eddig „könnyű” volt selejtezni, mert mindenki a tipikus, a vitathatatlanul selejt egyedek elejtésére törekedett. A megnövekedett állomány csökkentése esetén azonban nemcsak ezek, hanem az eddig csak kerülgetett „közepes tehetségű” egyedek elejtésére is fokozottabban sor kerül, s ez magasabb felkészültséget, nagyobb felelősségvállalást jelent, ugyanis gyakrabban fog előfordulni az elejtő és a bíráló megítélése közötti különbség (Rácz, 1979).

Az ivararány szabályozása

A szarvas ivararánya 1:1, amit csak megközelíteni sikerült, de elérni nem. Több szakember tapasztalata alapján az 1,2:1 ivararány a jó, mert ekkor hamarabb és nagyobb eréllyel növekszik az állomány minősége, „noha ez csak egy-két területen tapasztalható” (Rácz, 1979). Az ivararány eltolódott a tarvad javára (Páll, 2001). A gímszarvasnál a természetes körülmények között nőivarú túlsúly (1:1,2-1,5) alakul ki ivarérett korra a hímivarúak nagyobb arányú mortalitása miatt. A vadászok szerint viszont az ideális arány 1,5-1,2:1 (Sugár, 2002).

A helyes állomány-szerkezetet a tavaszi állományra vonatkoztatva: bika 40%, tehén 40%, borjú 20% (Rácz, 1979).

A korosztályok szabályozása

A legtöbb hivatásos vadász nem ismeri kellőképpen az általa kezelt szarvas-állományra vonatkozó állomány-modellt. Ideális esetben, a törzsállományban (minden év március hó 1-i állapot) 20% borjú, 45% fiatal, 22% középkorú és 13% öreg egyed van (Rácz, 1979).

A bikaállomány elfiatalodott, hiányoznak az idős golyóérettek, elhanyagoljuk a fiatal korosztály válogató selejtezését, a középkorúakat pedig nem hagyjuk megöregedni (Páll, 2001).

Az orvvadászat

A gímszarvas-gazdálkodás nagy gondja a hazai orvvadászat. Sugár (2002) szerint az orvvadászat mértékét megítélni – országos viszonylatban – reálisan nem lehetséges, 8-10 ezer egyedre becsülte az ebből eredő veszteséget. Pechtol (2001) szerint a felderített esetek száma 1999-2000-ben 252 volt, az okozott kár pedig több száz millió Forint. Egy elítélt csoport másfél év alatt 400 nagyvadat ejtett el, melynek hús, trófea és genetikai értéke felbecsülhetetlen.

Hivatásos vadászok véleménye szerint minden harmadik nagyvad az orvvadászok zsákmánya lesz (Nagy, 2002). A külső és belső vadorzók által ellopott vad száma elérheti, vagy meg is haladja a hivatalosan közzétett éves teríték akár 50%-át is (Homonnay, 2004 b).

Populációdinamikai modell segítségével, az ismert adatok alapján becsülni szeretnénk a Somogy megyében élő gímszarvas-állomány létszámának hosszú távú alakulását.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vadállomány-becslések használhatóságának vizsgálatára kiszámoltuk a Somogy megyei létszámbecslés és a teríték korrelációját, 1969-től 2003-ig.

Az elkészített korcsoportos populációdinamikai modell leírása

Kidolgoztunk egy modellt (Barna, 2005), amely követi Faragó és Náhlik (1997) modelljének összefüggéseit, kiegészítve azzal, hogy a populációt éves korcsoportokra bontottuk, ezáltal nemcsak a tehenek, bikák és borjak, hanem az egyes korcsoportok is vizsgálhatók. Az időben változó jellemzők figyelembevétele érdekében a bemeneti paramétereket a vizsgált időléptékre vonatkozóan lehet megadni

Az egyes korcsoportok egyedei szaporodnak, elhullanak, vadásszák és orvvadászák őket. Ezeket a tényezőket százalékosan adtuk meg. Eltekintünk a ki- és bevándorlástól, mivel az egész megyére vonatkoztatva ez feltehetően egyensúlyban van. A korcsoport idei mennyisége egyenlő az előző évi (akkor még egy évvel fiatalabb) mennyiség mínusz az elhalálozás, a vadászat és az orvvadászat mértéke. A szaporodásnál az összes nőivarú korcsoportot az adott korcsoportra vonatkozó szaporodási rátával vettük figyelembe. A szaporulat, vagyis a 0-dik éves korcsoport, az egyes nőivarú korcsoportok borjainak összege.

A számításhoz használt képletek:

$$H_0 = \sum (N_i * SZR_{Ni}) * (1 - IA) * (1 - VR_{H0} - OR_{H0} - ER_{H0}) \quad i=0, \dots, 15 \quad (1)$$

$$N_0 = \sum (N_i * SZR_{Ni}) * IA * (1 - VR_{N0} - OR_{N0} - ER_{N0}) \quad i=0, \dots, 15 \quad (2)$$

$$H_{i+1} = H_i * (1 - OR_{Hi+1} - VR_{Hi+1} - ER_{Hi+1}) \quad i=0, \dots, 19 \quad (3)$$

$$N_{i+1} = N_i * (1 - OR_{Ni+1} - VR_{Ni+1} - ER_{Ni+1}) \quad i=0, \dots, 19 \quad (4)$$

ahol:

H_i : az i -edik évbéli hímivarú egyedek száma

N_i : az i -edik évbéli nőivarú egyedek száma

SZR_{Ni} : az i -edik évbéli nőivarú egyedek szaporodási rátája

IA : ivararány

VR_{Hi} : az i -edik évbéli hímivarú egyedek vadászati rátája

VR_{Ni} : az i -edik évbéli nőivarú egyedek vadászati rátája

OR_{Hi} : az i -edik évbéli hímivarú egyedek orvvadászati rátája

OR_{Ni} : az i -edik évbéli nőivarú egyedek orvvadászati rátája

ER_{Hi} : az i -edik évbéli hímivarú egyedek elhullási rátája

ER_{Ni} : az i -edik évbéli nőivarú egyedek elhullási rátája

Mivel 1970 óta rendelkezésre állnak a teríték adatok, ezért a modell jól tesztelhető.

Input adatok

Az időlépték 1 év. A vizsgálatot az 1970. évtől kezdődően végeztük.

A kiinduló gímszarvas létszámot a rendelkezésre álló becslési és tapasztalati adatokra (Csányi szerk., 1996) alapoztuk.

A szaporodási ráta értékére vizsgálati eredmény állt rendelkezésre (Heltay és mtsai. 1986).

Az ivararányt az ideálisnak tartott 1:1 értékre állítottuk (Rácz, 1979).

A borjak elhullására még nem publikált kísérleti eredményt (15%) használtunk (Náhlík, 2005). Tizenöt éves korig 5% éves elhullást becsültünk, aztán 50%-ot, majd 90%-ot, vagyis az idős szarvasok gyorsan „elfogynak” (Caughly, 1966). A valóságban is csak néhány példány ér meg magas kort, 1974-től napjainkig mindössze 55 egyed (0,1%) 16 éves vagy idősebb bika trófeáját bíralták el a 30 484-ből (Somogy Megyei Halászati és Vadászati Felügyelőség adatbázisa).

A bikák korosztályaira vonatkozó vadászati rátát a teríték koreloszlása alapján adtuk meg, a tehenekre pedig megbecsültük. 1970 óta rendelkezésre állnak a teríték adatok, amiből a „tényleges” vadászati ráta számolható.

Az évenkénti orvvadászat mértékét szintén csak becsülni tudtuk, ez korosztályonként átlagosan 3%. Tapasztalatok és személyes beszélgetések alapján 1992 és 1996 között ezt az arányt kétszeresére emeltük.

A koreloszlás megállapítása érdekében az elkészített modellt használtuk fel. Feltételeztünk egy kezdeti korösszetételt, melyet a trófeabírálati adatok korösszetételéből százalékosan becsültünk. Ebből számítható egy 4 000-es elméleti populáció korosztályonkénti létszáma. Ezzel az induló korosztály-összetétellel állandó vadászati és orvvadászati ráta mellett lefuttattuk a modellt. Kezdeti létszámnövekedés után létszámcsökkenés következett, majd töretlen létszámnövekedés, vagyis a minimális létszám után kialakult a növekedőképes korösszetétel, amely ezután már arányaiban nem változott. A növekedő szakasz korösszetétele némiképp különbözött az előzetesen felvett értékektől, ezért azokat eszerint módosítottuk és számításainkban ezt használtuk. Az induló összetétel 38.5% bika, 38.5% tehén, 23% borjú ami közelíti a szakirodalomban fellelhető 40%-40%-20% elméleti értéket (Rácz, 1979).

A várható output adatok

A modell kimenete évenként megadja a populáció egyes korcsoportjaiban lévő egyedek számát, valamint a vadászat, az orvvadászat és a természetes elhullás mennyiségét korcsoportonként. Ebből számítható az évenkénti összlétszám, amelyből a megkapjuk a populáció létszámának változását a vizsgált időszakra. Természetesen meghatározható az éves szaporodási és hasznosítási ráta is a populációra és az egyes korcsoportokra vonatkozóan.

Ha csak a szaporodást és a természetes elhullást vettük figyelembe a vadászatot és orvvadászatot nem, akkor az exponenciális populáció modellnek megfelelő növekedést tapasztaltunk. A valóságban a populáció maximális létszámát az élőhelyi korlát határozza meg. Ezt a korlátot csak becsülni lehet, az állomány nagyságát a vadgazdálkodásnak kell szabályoznia.

A vadászati ráta arányszám, értéke mindig attól függ, hogy milyen nagyságú állományhoz hasonlítjuk a terítéket. Mivel a teríték adott, ezért a rátát a populáció kiszámolt létszámára kell vonatkoztatni.

A kiinduló létszámot mint kezdeti feltételt kell megadni. Ez iterációval határozható meg. Kis kiinduló létszám esetén „elfogyna” a gímszarvas, túl nagy kiinduló létszámnál viszont olyannyira „elszaporodna”, hogy azt már az élőhely sem tenné lehetővé. Fokozatosan közelítve lehet kapni egy olyan kiinduló állományt amely az elmúlt 34 év valós terítékadatai mellett biztosít ma egy olyan populációt, melynek létszáma reálisnak tűnik.

A modell alkalmas előrejelzésre is. Megbecsülhető, hogy mennyi legyen a gímszarvas-teríték az elkövetkező években, melyből az ahhoz tartozó létszám kiszámítható. Lehetővé válik tehát annak kiszámítása, hogy a Somogyban előírt 6 430 egyedes gímszarvas-állományt milyen vadászati stratégiával lehet elérni, és hogyan lehet fenntartani.

A modell alkalmas arra, hogy az egyes paraméterek változtatásával képet kaphassunk azoknak a populációra gyakorolt hatásairól is.

A terítékadatokat a Somogy Megyei Halászati és Vadászati Felügyelőség bocsátotta a rendelkezésünkre.

Az elemzéshez az Excel táblázatkezelőt használtuk.

EREDMÉNYEK

A Somogy megyei teríték adatok azt mutatják hogy a nagyvadlétszám 1969-től 2000-ig jelentősen növekedett.

Megvizsgálva a becslés és teríték közti korrelációt az őz kivételével mindenütt nagyon magas az együttható (gímszarvas 0,88; dāmvasd 0,96; őz 0,56; vaddisznó 0,97). Mivel a kapcsolat szoros, igazolódik az a vélekedés, miszerint a becslés az elérni kívánt terítéktől függ. Az őz kevésbé vonzó a somogyi vadászok számára, az előírt terítéket nem teljesítették. Mivel az őz mozgáskörzete kicsi, ezért a vadgazdálkodók saját vadjuknak érezték és óvták.

A modellszámításokat elsőként az 1970-ben becsült 2 890 gímszarvassal végeztük el. A valós terítékadatokkal számolva 1974-re „elfogyott” volna az állomány (1. táblázat). Mint az várható volt, a populáció létszámát alulbecsülték.

1. táblázat

**A gímszarvas-állomány változása a felállított modell alapján 1970-től 1974-ig
2 890 induló létszám és 1:1 ivararány esetén (egyed)**

Év (1)	Számolt létszám (2)	Vadászat (3)	Orvvadászat (4)	Elhullás (5)
	2890	0	0	0
1970	2646	779	154	332
1971	2212	916	141	301
1972	1443	1132	117	244
1973	220	1401	74	152
1974	-1528	1670	7	14

Table 1: The changes of red deer stock size with the help model between 1970 and 1974 (starting stock size 2 890, born sex ratio 1:1)

Year(1), Calculated population size(2), Hunting(3), Poaching(4), Mortality(5)

A megyei Vadászati Felügyelőség munkatársainak véleménye szerint 14 000-18 000 szarvas „élt” 2004 végén Somogy megyében, és ez már egy csökkent létszám az előző évekhez képest, de még nem a kívánt mértékben. Ezt a létszámot iterációval, újabb és újabb kezdeti létszám megadásával lehet megkapni.

10 850-es kiinduló létszámmal a 2004-re kiszámított gímszarvas létszám 16 565, a maximális létszám 1990 tavaszán 37 992 egyed lehetett. Az elismert megyei szakemberek egybehangzó véleménye alapján ez nem fordulhatott elő, a kiinduló létszámnak ennél mindenképpen kisebbnek kellett lennie, maximum 8 000-nek.

A modellben a születési ivararányt változtattuk meg a tehenek javára, mert ez biztosíthatja a kisebb kiinduló létszámot. A természetben a vadászok által ideálisnak tartott 1:1 ivararány általában nem fordul elő. Somogy megyében egy vizsgált területen 1:2 születési ivararány is előfordult (Sugár, 1985). Különböző ivararányokkal újra elvégeztük a számításokat, melynek eredményeként a 4. ábrán látható görbesereget kaptuk.

4. ábra

A gímszarvas-állomány változása a felállított modell alapján 1970-től 2004-ig különböző születési ivararány esetén

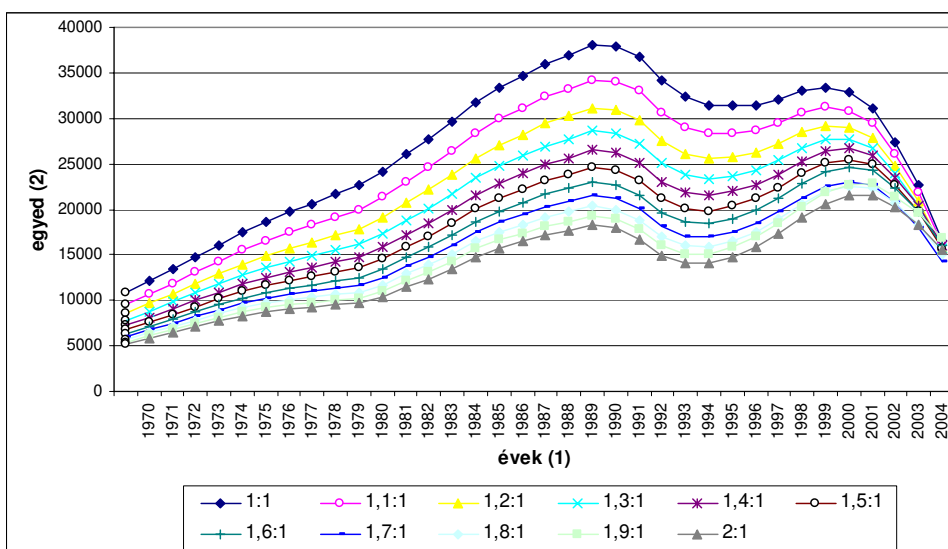


Figure 4: The changes of red deer stock size using the model between 1970 and 2004 due to various newborn sex ratio

Years(1), Individuals(2)

Szakmai vélemények alapján a leginkább elfogadható állományalakulás az 1:1,5 ivararánynak megfelelően történt volna. Ekkor a terítékadatok által meghatározott vadászat mellett 6 736-os induló létszám esetén 1989-ig folyamatosan nőtt a gímszarvas-állomány. 1989-ben 24 629 gímszarvas élhetett Somogy megyében. Az ezt követő erősen megemelt lelövés következtében csökkent az állomány, majd az erőltetett vadászat megszűnte után magához tért és 2000-re 25 479-re nőtt a létszám. Azóta viszont – a már elviselhetetlen mértékű vadkár miatt – a vadászati hatóság jelentősen megemelte a kilövendő szarvasok számát. A modell szerint 2004-re 15 752 a létszám (38%-os hasznosítást jelent). A továbbiakban tehát ezzel az 1:1,5-es ivararányal számoltunk.

Az elkövetkezendő években kialakuló létszám becsléséhez felhasználtuk a 2005-re elfogadott és a 2006-ra tervezett lelövési tervet (*Somogy Megyei Vadászati és Halászati Felügyelőség, személyes adatközlés*), 2007-től pedig a megyére az üzemtervben előírt 6 430 egyedes maximumot közelítő létszám beállításához és fenntartásához szükséges terítéket számoltuk ki.

A 2. táblázatban jól látható, hogy az üzemtervben előírt létszám beállításához erősen csökkenteni kellene a vadászatot, mert különben nem maradna szarvasunk. A 2006-ra tervezett 5 400-as teríték után 1 000 egyedet lehetne löni, majd a szinten tartáshoz 200 szarvast szabadna csak elejteni. Ekkor az állomány 6 100-6 300 között stabil maradna.

2. táblázat

A gímszarvas tervezett és számított terítéke és létszáma 2005-től 2010-ig (egyed)

	Összes teríték (1)	Bika teríték (2)	Tehén teríték (3)	Borjú teríték (4)	Létszám (5)
2005 elfogadott terv (6)	6880	1500	2680	2700	11348
2006 terv (7)	5400	1400	2000	2000	7203
2007 kiszámolt (8)	1000	300	350	350	6496
2008 kiszámolt	200	60	70	70	6291
2009 kiszámolt	200	60	70	70	6190
2010 kiszámolt	200	60	70	70	6180

Table 2: Planed and calculated bag size and stock size of red deer between 2005 and 2010

Total bag size(1), Stag bag size(2), Hind bag size(3), Calf bag size(4), Stock size(5), Accepted plan(6), Plan(7), Calculated(8)

Hogyan lehetséges, hogy 6 200 egyedből álló gímszarvas-állományból csak 200 szarvast szabad elejteni a szinten tartáshoz, hiszen a szaporulat ennél több, elvileg minimum 28%-a a teljes állománynak, azaz 1 736.

Ha elfogadjuk a 2004-re kiszámolt 15 752 létszámú állományt, akkor a 2005-re jóváhagyott terv 44%-os a következő évi tervezett vadászat pedig 48%-os hasznosítást jelentene, vagyis majdnem minden második szarvast terítékre kellene hozni. Kérdéses, hogy a vadászok találkoznak-e egyáltalán a vadászati idényben az állomány 48%-ával, és ha igen terítékre tudnák-e hozni valamennyit. Tehát, ha az állományunk ilyen méretű akkor már most fel kellene hagyni az erőltetett apasztással, mert rövid távon helyrehozhatatlan kárt okoznánk a gímszarvas-állományban.

Az ivararány eltolódása magyarázatot ad erre a problémára. Ha megnézzük az utóbbi évek teríték adatait (5. ábra) látható, hogy 2001-től a tehén és borjú terítéke kétszerese a bika terítéknek. A modell segítségével kiszámítható a 2005-re kialakult állományszerkezet (6. ábra).

Ha a 6.736 egyedes kiindulásunk elfogadható, akkor 2004-ben először volt kevesebb a tehén mint a bika. A további létszámcsoökkentési terv végrehajtásával ez az arány tovább romlana, 2006-ra (a 2005 évi tervben elfogadott, illetve a 2006 évre tervezett terítékekkel) közel több mint kétszer annyi lenne a bika mint a tehén. Ha ez igaz, akkor ez az erős bikák elvándorlását eredményezi, ami a jó minőségű állomány megőrzése érdekében nem kívánatos.

Amennyiben az induló létszám 6 740 lett volna, akkor 2004-ben 21 446 egyed az állomány, de ebben az esetben is fennállna a tehénállomány csökkenése, csak valamivel kisebb mértékben. 2005-ben lett volna 1:1 az ivararány, azaz csupán 1 évvel később, de megismétlődött volna a jelenség.

Az eredményeink igazolják, hogy a becsült létszám nem pontos, és mindig jóval kevesebb, mint a modell által számított eredmény. Ez egybehangzik Csányi, (1991), Sugár (2002), Sugár (2003 a), eredményeivel. Bod (1994) az előbb említett becslések alapján Rácz (1979) módszerével számította ki a gímszarvas létszámát 1974 és 1990 között, amely ugyan kevesebb mint az általunk számított, de tendenciájában megegyezik azzal (7. ábra).

5. ábra

A teríték alakulása 1970-től 2010-ig

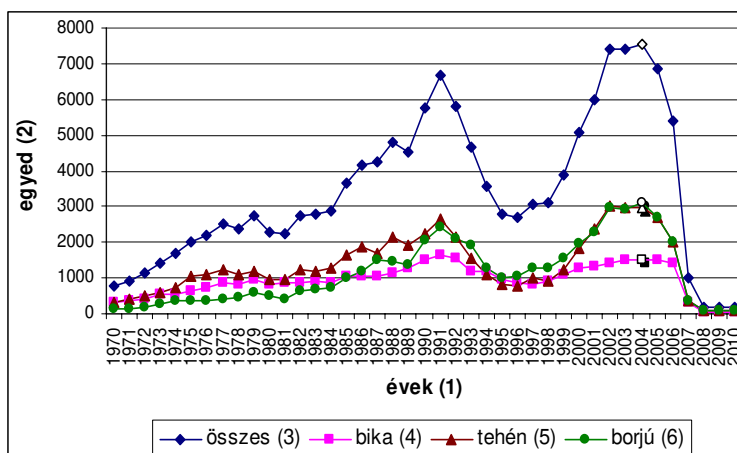


Figure 5: The bag size between 1970-2010

Years(1), Individuals(2), Total(3), Stag(4), Hind(5), Calf(6)

6. ábra

A gímszarvasállomány összetétele a felállított modell alapján 1970-től 2010-ig
6736 induló létszám esetén

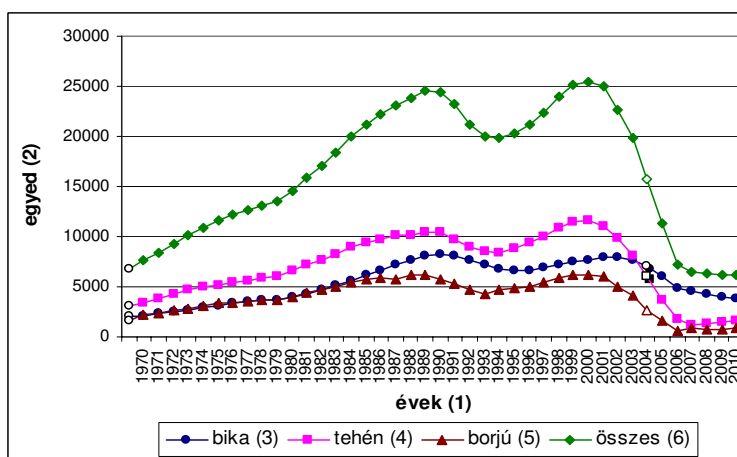


Figure 6: Composition of red deer population using the model between 1970 and 2010 (starting stock size: 6736)

Years(1), Individuals(2), Stag(3), Hind(4), Calf(5), Total(6)

7. ábra

A becsült létszám, a teríték, a Bod (1994). és a modell által számított létszám
1970-től 2004-ig

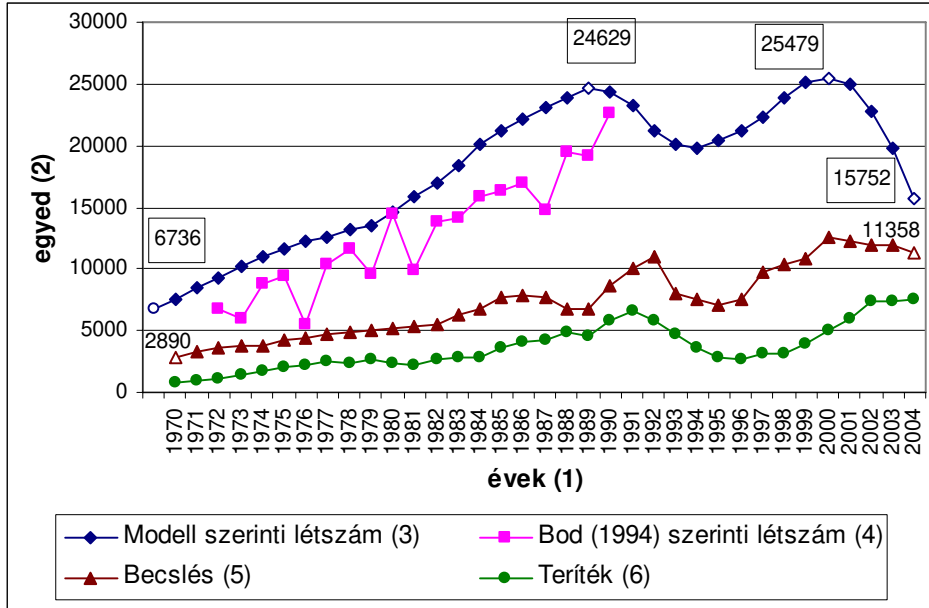


Figure 7: Estimated stock size, bag size, Bod(1994) and model calculated stock size between 1970 and 2004

Years(1), Individuals(2), Model calculated stock size(3), Bod(1994) calculated stock size(4), Estimated stock size(5), Bag size(6)

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A gímszarvas-állományt általában alulbecsülik a vadgazdálkodók. A valós létszámot jobban közelítő érték meghatározására a korcsoportos populációdinamikai modell alkalmasabb, mint a létszámbecslés.

A kidolgozott modell változtatás nélkül alkalmazható más nagyvadfajok populációdinamikai modellezésére. Az adott nagyvadfajra jellemző alapadatok (ivararány, kiinduló koreloszlás, szaporodási-, elhullási-, vadászati- és orvvadászati ráta) megadása után számítható a létszám változása a vizsgált időszakban.

A korcsoportos populációdinamikai modellt a gyakorlatban is alkalmazni kellene. A számítások eredményeinek értékelése során sok összefüggésre fény derülhet, mivel paramétereinek változtatásával sokféle hatás vizsgálatára nyílik mód.

A modell-számítások szerint az erőteljes apasztás a tehénállomány arányának jelentős csökkenését vonta maga után, amit meg kellene állítani. Ha ez nem sikerül, nem lesz ele-gendő szaporulat, ezáltal értékesíthető gímszarvas, emiatt pedig csökkenni fog az árbevétel.

Az idős bikák aránya, és ezzel együtt az érmes trófeák aránya is csökkent a terítékben. A gímszarvas-állomány ugyanis elifiatalodott.

A létszámcsökkenés miatt most olyan képességű bikák is terítékre kerülnek, amelyek régebben nem (Barna, 2005). A vadászoknak most nem a gyenge és a jó képesség között kell döntenie, hanem a jó és a kiváló között, ami nagyon nagy szakmai felkészültséget igényel.

A nagyvadlétszám csökkentését sokkal körültekintőbben kellene végezni, mert ez egyrészt eltolhatja az ivararányt, és előnytelen korosztály-összetételhez vezethet, másrészt olyan minőségromlást eredményezhet, amelyet hozzávetőlegesen csak 20 év alatt lehet helyrehozni. Az ebből származó gazdasági hatások beláthatatlanok.

A gímszarvas élőhelyének javítása (a természet szerű erdők nagyobb aránya, a vadföldgazdálkodás magasabb színvonala) révén a vadkár csökkenthető lenne.

Ezekben az években dől el a „somogyi” szarvas sorsa. Most nagy a vadgazdálkodók felelőssége, hogy az 1970-es kiinduláshoz közeli létszámmal ugyanazt a minőséget tudják fenntartani, mert egyébként elveszíthetjük versenyelőnyünket a szomszédos országokkal szemben és az ágazat nem lesz képes megtartani jövedelemtermelő képességét.

IRODALOM

1996. évi LV. törvény „A vad védelméről, a vadgazdálkodásról, valamint a vadásatról.”
- Bod L. (1994). A Somogyi szarvas. Kaposvár : Lipták Vadászati és Kereskedelmi Bt.
- Caughley, G. (1966). Mortality patterns in mammals. Ecology. 47. 6. 905-918.
- Csányi S. (1989). Egyszerű módszer a gímszarvas állomány minimális létszámának becslésére. Vadbiológia. 89. 49-55.
- Csányi S. (1991). Red deer populatin dynamics in Hungary: Management statistics versus modelling. In: The Biology Deer. (Brown, R.D. ed.). 37-42.
- Csányi S. (2001). A vadgazdálkodási tervezés rendszere. Országos Vadgazdálkodási Adattár. Gödöllő.
- Csányi S., Heltai M. (1999). A vadgazdálkodás magyarországi helyzete és fejlesztésének lehetőségei az EU csatlakozás során. Kutatási jelentés. Budapest : MTA Stratégiai Kutatási Program. 75.
- Heltai I., Adorján A., Sugár L. (1986). A gímszarvas (*Cervus elaphus hippelaphus*) fekunditása és a magzatok fejlődése eltérő élőhelyeken. Vadbiológia. 86. 83-96.
- Homonnay Zs. (2004 b). Olcsó húsnak drága a leve. In: Magyar Vadászlap. 13. 1. 14-17.
- Nagy E. (2002). A hazai gímszarvas minőségének helyzete, nemzetközi és hazai megítélése. A vadgazdálkodás időszerű kérdései 1., Gímszarvas. Budapest : Dénes Natúr Kiadó. 6-9.
- Náhlik A. (2005). Szóbeli közlés
- Páll E. (szerk.) (1985). Gímszarvas és vadászata. Budapest : Mezőgazdasági Kiadó. 18-24.
- Páll E. (2001). Mi lesz veled szarvas? Nimród. 89. 9. 22-25.
- Pechtol J. (2001). Az orvvadászat. Milleniumi vadászati almanach. Budapest : Dénes Natúr Műhely Kiadó. 73-75.
- Pintér I. - Csányi S. (2001). Vadgazdálkodás. Milleniumi vadászati almanach. Budapest : Dénes Natúr Műhely Kiadó. 63-69.
- Rácz A. (1979). Szarvasállományunk szabályozásáról. Nimród Fórum (május). 1-10.
- Simon P. (2005). Ismét a somogyi őzállományról. Nimród. 93. 5. 8.
- Sharov, A.A. (1996). Quantitative Population Ecology - On-line lectures.
<http://www.ento.vt.edu/~sharov/PopEcol/popecol.html>
- Somogyi Megyei FVM Hivatal Vadászati és Halászati Felügyelőség adatbázisa.

- Sugár L. (1985). Szóbeli közlés
- Sugár L. (2002). A gímszarvas állomány csökkentés mértéke, üteme és módja. A vadgazdálkodás időszzerű kérdései 1., Gímszarvas. Budapest : Dénes Natúr Kiadó. 42-47.
- Sugár L. (2003 a). A szarvasállomány csökkentéséről. Nimród. 91. 6. 4-6.
- Sugár L. (2003 b). Erdei és mezei őzek szaporodási mutatói és az állományhasznosítás. A vadgazdálkodás időszzerű kérdései 2., Őz. Budapest : Dénes Natúr Kiadó. 60-66.
- Turós L. (2004). Vadgazdálkodásunk számszerű adatai négy évtized távlatában. Nimród. 91. 3. 6-9.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Barna Róbert

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar

Informatika Tanszék

7401, Kaposvár, Pf. 16.

University of Kaposvár, Faculty of Economic Science

Department of Information Technologie

H-7401, Kaposvár, POB 16.

Tel.: 36-82-505-950

e-mail: barna@matinf.gtk.u-kaposvar.hu



Az AMI@Netfood EU IST SSA projekt stratégiai kutatási terv javaslata az agrár-élelmiszer szektor számára

Herdon M., Szilágyi R., Rózsa T.

Debreceni Egyetem, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Gazdasági- és Agrárinformatikai Tanszék,
4030 Debrecen, Böszörményi utca 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

A környezeti intelligencia (AmI – Ambient Intelligence) egy olyan széles értelmű vízióra épül, hogy hogyan fog az Információs Társadalom fejlődni. Az üzleti tevékenység széles köre (agrár-termelés, feldolgozás, kereskedelem, logisztikai vállalatok, hatóságok, fogyasztók) beleértve a mobil felhasználók és munkások nagy számát akik a „farmtól az asztalig” élelmiszerláncban dolgoznak nyilvánvalóan olyan megközelítést igényelnek, mint egy hálózatra alapozott gazdaság”. Nincs másik olyan ágazat, amelyben az állampolgárok, az üzleti szféra és a kormányzat között szoros kapcsolat van regionális szinten és a globális piaccal egyaránt. Ez nagy jelentőséget és komplexitást ad az agrár szektor számára. Az AmI@Netfood projekt célja egy kutatási és fejlesztési tervet készítése az agrár-élelmiszer szektor számára.

(Kulcsszavak: környezeti intelligencia, informatika, kutatás, fejlesztés)

ABSTRACT

The AMI@Netfood EU IST SSA project strategic research agenda for agri-food sector

M. Herdon, R. Szilágyi, T. Rózsa

University of Debrecen, Faculty of Agricultural Economics and Rural Development, Department of Business and Agricultural Informatics, H-4030 Debrecen, Böszörményi utca 138.

The concept of Ambient Intelligence (AmI) provides a wide-ranging vision on how the Information Society will develop. The wide variety of business activities (agro-production, processing industries, retailers, logistics companies, regulatory bodies, consumers) including a huge participation of mobile users and workers covering the supply chain "from the farm to the fork" require obviously the approach described as networked businesses. There is no other sector in which the relations between citizens, business and governments, as well as the relations between regions (regional - local food richness and variety) and global market have that growing importance and complexity as in the agri-food sector. The aim of the AmI@Netfood project is to create an RTD roadmap for research and development activities for agri-food sector.

(Keywords: ambient intelligence, informatics, research, development)

BEVEZETÉS

A tizenöt éve még gyakorlatilag nem létező mobiltelefonok mára már mindenhol megtalálhatók (Szilágyi *et al.*, 2004). Az Internet végtelen online információáramlatot

biztosít. A programok és szolgáltatások minden képzeletet felülmúló kínálata tárul elénk, ahogyan a nagykapacitású digitális rendszerek közel hozzák egymáshoz a műsorszolgáltatás és a távközlés korábban elkülönülő világait. Az információtechnológia forradalma hozza létre az információs társadalmat - otthon, az iskolában és a munkahelyen.

Az "Ambient Intelligence (AmI)" szélesebb értelmezésben a jövő társadalmának egy provokatív víziója. Néhány definíció a következő:

- Az "Ambient Intelligence" (környezeti intelligencia) intelligens eszközök osztott hálózata, amely információt, kommunikációs és szórakozási lehetőséget nyújt számunkra.
- Az "Ambient Intelligence" egy rejtett intelligens interfészek hálózata, amely észleli jelenlétünket, környezetünket szükségletünk szerint szabályozza.
- Az "Ambient Intelligence" egy izgalmas új paradigma az információtechnológiában, amely szerint a személyek egy olyan digitális környezetben vannak, amely érzékeny, adaptív reagáló képes igényinkre, szokásainkra, viselkedésünkre és érzelmeinkre.

Ezen definíciók például azt érzékeltetik, hogy a közeli jövőben olyan tűzhely lesz a konyhában, amely automatikusan kikapcsol amikor elhagyjuk a lakásunkat, a TV automatikus átkapcsol más csatornára, ha nem tetszésünket fejezzük ki a műsorral kapcsolatban.

Az „Ambient Intelligence” három kulcs technológiára épül. A mindenütt jelenlevő „számítógép”, a mindenütt jelenlevő kommunikációs lehetőség és az intelligens felhasználói interfészek.

- A mindenütt jelenlevő számítógép (számítástechnika) például azt jelenti, hogy a mikroprocesszorok beintegrálásra kerülnek mindennapi tárgyainkba, mint például a bútorok, ruhák, vagy játékok.
- A mindenütt jelenlevő kommunikáció lehetővé teszi ezen tárgyak számára, hogy kommunikáljanak egymással és használóikkal.
- Az intelligens felhasználói interfész képessé teszi az AmI környezetben lévőket, hogy természetes módon (hang, viselkedés) vezéreljék és interakciókat folytassanak környezetükkel és mindez személyre szabott módon (preferenciák, környezetfüggően) történjen.

Amikor az "Környezeti intelligenciáról" beszélünk, akkor automatikusan a jövőre gondolunk. Azonban az első prototípusok már kifejlesztésre kerültek. Sok kutató csoport dolgozik "Környezeti intelligencia" projekten mind Európában, mind az Egyesült Államokban.

Az AMI rövidítés az Információs Társadalom Technológia 26 tagú Tanácsadó Csoportjától származik, amely az EU közvetlen támogatásával végzi munkáját. Tagjai nemcsak EU tagországokból vannak. A csoport első ülése 1999-ben volt.

ELŐZMÉNYEK

Az AMI@Netfood projekt egyik előzménye a „RURAL WINS Strategic Roadmap” projekt volt, amely céljait, stratégiáját tekintve hasonló a mostani projekthez. Hasonlóságát az is jelzi, hogy a jelenlegi projektben is nagyrészt ugyanazok a partnerek vesznek részt kiegészülve az EU bővítés miatt célszerűvé vált kiterjesztéssel. Így az EU lefedettség szélesebb körűvé vált, 14 országból 14 partner vesz részt a projektben. Hasonlósága a két projektnek, hogy 5-10 éves távlatban próbál meg fejlesztési javaslatokat, irányokat megfogalmazni a nemzeti és EU politikai döntéshozók számára. A „RURAL WINS” projekt célterülete azonban a vidéki és tengerparti térségek

szélessávú IKT megoldásaira, fejlesztésére irányult. Jelenleg több európai kutatás-fejlesztési projekt fut, amely az ambiens technológiák mezőgazdasági, élelmiszeripari alkalmazásainak kutatásaira irányul.

A PROJEKT CÉLJAI

Az AMI@Netfood projekt célja, hogy egy Stratégiai Kutatási Tervet (SRA) készítsen az agrár-élelmiszer és vidékfejlesztés területén alkalmazható IST technológiák és eszközök Tudományos Kutatására és Technológiai Fejlesztésére (*Herdon, 2005*).

A projekt feltérképezi azon AmI és a Collaborative Working technológiákat, amelyek alkalmasak az agrár-élelmiszer ipar számára valamint meghatározza és definiálja a lehetséges technológiákra irányuló további RTD tevékenységeket. Ezek a technológiák képessé teszik az agrár-élelmiszer ipar átalakulását egy hálózatra alapozott kollaboratív üzleti rendszerré, amely képes lesz a termelést és ellátást magasabb szintű termékekkel és szolgáltatásokkal végezni.

Az AMI@Netfood projekt céljai:

- Az ismeretmegosztás, a politikai konszenzus és az azonos koncepciójú műhelymunkákon alapuló tervezéssel és finomítással javaslat készítése az SRA (Strategic Research Agenda - Stratégiai Kutatási Terv) számára.
- Az EU Régiók és Nemzetek többségének egyetértésén alapuló implementációs modell elkészítése.
- Egy fenntartható hálózat megtervezése, implementálása, és működtetése, mint egy együttműködési platform a jövőbeli tevékenységek megvalósítására.
- Az AMI@Netfood célja továbbá a kooperáción alapuló a témakörhöz kapcsolódó aktuális RTD projektekből származó ismeret megosztás és ismételt felhasználás.

A projekt 5 munkacsomagból áll, melyek a következők:

- WP1 Hálózat és információ csere platform létrehozása
- WP2 Adatgyűjtés és regionális, nemzeti RTD stratégiák elemzése.
- WP3 Regionális stratégiákon alapuló a Kollaboratív Munkára vonatkozó fejlesztési terv az Agrár-élelmiszer hálózati üzleti tevékenységekre.
- WP4 Információterjesztés & hálózatépítés
- WP5 Projekt Menedzsment

A projektben 14 országból 14 partner, Magyarországról a Magyar Agrárinformatikai Szövetség (MAGISZ) vesz részt. A projekt koordinátora az spanyol INNOPOLE, futamidő 15 hónap (2005. április – 2006 június)

A projektben résztvevő partnerek a következők:

- INNOPOLE, www.innople.net, Spain
- ATB Bremen, www.atb-bremen.de, Germany
- University of Galway, CIM Research Unit, www.nuigalway.ie, Ireland
- NYHERJI Ltd, www.nyherji.is, Iceland
- DEMOCENTER S.c.a.r.l, www.democenter.it, Italy
- CATT Innovation Management GMBH, www.catt.at, Austria
- WIRELESS INFO, www.wirelessinfo.cz, Czech Republic
- ARA Ltd, www.arald.biz, Turkey
- University of Tampere, www.uta.fi, Finland
- CYBELIA, Groupe GLON www.glon-sanders.com France
- EXODUS, SA, www.exodus.gr, Greece

- Rzeszów University of Technology, www.prz.rzeszow.pl, Poland
- INESC Porto, www.inescporto.pt, Portugal
- Hungarian Association of Agricultural Informatics (HAAI),
<http://odin.agr.unideb.hu/magisz/>, Hungary

A résztvevő országok EU lefedettségét mutatja az 1. ábra. A projektbeli tevékenységek hatást gyakorolnak az EU-politika készítőire, és a K+F-ben érdekelt résztvevőkre azzal, hogy meghatároznak egy sor közös K+F cselekvési sort, melyek a jövőben kerülnek fogantatásra egy, az európai agrár-élelmiszeripari szektor számára készült Technológia Platform révén.

Az AMI@Netfood a közösség jövőbeni kutatási és technológiai fejlesztésre irányuló tevékenységeit azzal támogatja, hogy több EU régió és/vagy tagállam között számos kísérleti közös ERA (European Research Area) tevékenységet hoz létre.

1. ábra

A projektben résztvevő országok

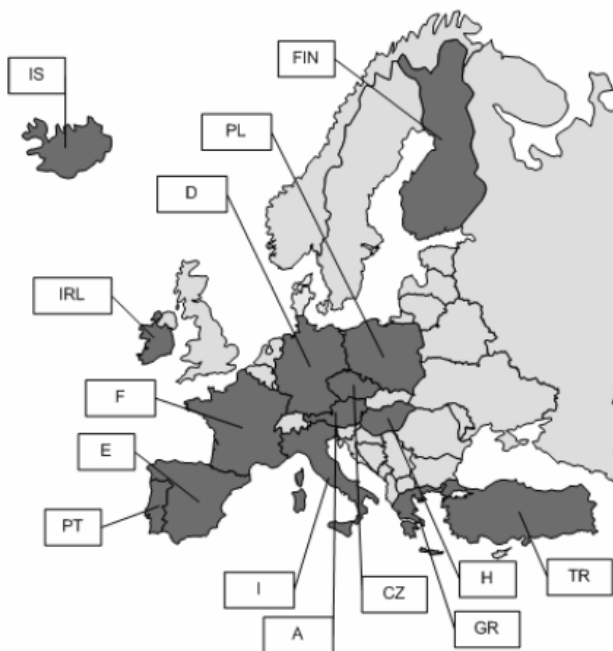


Figure 1. Participated countries in the project

A STRATÉGIA ELKÉSZÍTÉSÉHEZ VÉGZETT FELADATOK

A projekt keretében a hosszú távú kutatás-fejlesztési stratégia elkészítéséhez 3 fő kutatómunka eredményei kerültek felhasználásra. E kutatómunkát a különböző európai régiók K+F stratégiáinak elemzése, a vállalkozások és non-profit szervezetek körében végzett kérdőíves felmérés (interjúk) valamint az AmI@Netfood projekt céljaihoz kapcsolódó K+F projektek vizsgálata képezte (2. ábra).

2. ábra

A Stratégia készítés információbázisa

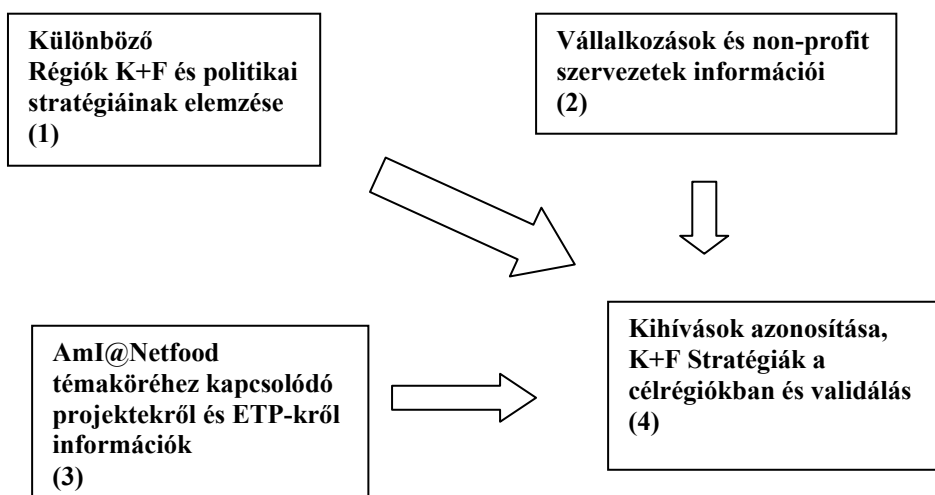


Figure 2. Information sources for Strategic Agenda

Analysis and identification of RTD and policy strategies in different regions(1), Interview of public authorities and industrial organisations(2), Collection of information on projects and ETPs related to Aml@Netfood(3), Identification of challenges, RTD Strategies in the Target Regions and Data Validation(4)

Az egyes részfeladatok fontosabb jellemzői az alábbiak:

Projektek elemzésének

- Körülbelül 140 projekt került azonosításra a következő témakörökben:
 - Hálózatra alapozott agrár-élelmiszerszektor (kapcsolódva az ellátási láncához),
 - Ambient Intelligence és fejlett IKT-k,
 - Kollaboratív munka az agrár-és élelmiszer szektorban és a vidéki térségekben
 - Vidékfejlesztés beleértve a vidéki IT infrastruktúrát.
- Körülbelül 85%-a a projekteknek európai tevékenység.
- Az azonosított projektek 50 %-a éppen csak elkezdődött vagy még folyamatban van
- Az azonosított projektek átlagos futamideje 30 hónap.
- Az Aml@Netfood projekthez kapcsolódó projektek például a következők: aBard, BrainBridges, CISTRANA, CI2RCO, Rural Wins.
- A kapcsolódó és áttanulmányozott létező Európai Technológiai Platformok az alábbiak: Food European TP "Food for Life", Plants for the Future, Forest Based Sector TP, The Mobile and Wireless Communications TP (eMobility), Embedded Systems (ARTEMIS), Networked European Software and Services Initiative (NESSI), Farm Animal Breeding and Reproduction FABRE-TP.

K+F Stratégiák elemzése

- Nemzeti és regionális K+F programok elemzése, az Aml@Netfood projekthez kapcsolódó releváns témák meghatározása.

Kérdőív kérdéscsoportjai

- Kiterjesztett dinamikus kollaboratív menedzsment
- Együttműködés akadályai
- Kiterjesztett termékek és szolgáltatások
- Ismeret menedzsment
- Technológia
- Egyéb

A STRATÉGIAI KUTATÁSI TERV

A stratégiai terv a vidékfejlesztést és különösen az agrár-élelmiszer ipart támogató informatikai K+F tevékenység fejlesztésére irányul. A stratégiai tervben alkalmazott megközelítés azt vázolja fel, hogy hogyan valósítható meg egy kollaboratív munkakörnyezet (Collaborative Working Environment - CWE) az agrár-élelmiszer szektorban. A vidékfejlesztés területére vonatkozóan a Stratégiai Terv leírja a területre vonatkozó fejlesztési javaslatokat és elvárásokat, hogy az IKT megoldások támogassák a vidéki területek fejlődését. A kiválasztott megközelítési mód nemcsak az alkalmazások és infrastruktúra fejlesztésére fókuszál, hanem a vidéki területeken folyó tevékenységek változatosabbá tételére valamint az információs és kommunikációs technológiák széles körben megvalósuló szolgáltatásainak változatosabbá tételére.

A Stratégiai terv által megfogalmazott elérendő célok

- Szükséges egy szektor orientált megközelítés az IKT-nak az agrárgazdaságban és a vidéki térségekben várható meghatározó szerepének kutatására és fejlesztésére (Nábrádi *et al.*, 2005). Sok jelenlegi és múltbeli európai projekt egyértelműen jelezte ennek a megközelítésnek az igényét. Ilyen szektorális megközelítés hatékony támogatása hiányzik sok regionális és EU RTD stratégiából.
- E tématerületen szükséges egy régiók közötti együttműködés a K+F tevékenységekben. Számos K+F stratégia a különböző régiókban párhuzamosságokat tartalmaz, amelyek harmonizálása szükséges a hatékonyabb K+F tevékenység eléréséhez. A régiók közötti együttműködés jelenleg nem megfelelő.
- Szükséges egy EU K+F stratégia a kollaboratív munkakörnyezetek fejlesztésére az agrárgazdaság és a vidéki térségek számára.
- A kulcsterületek az IKT olyan alkalmazásait jelentik, amelyek támogatják a kollaboratív munkát, a termékek nyomonkövethetőségét (különösen a KKV-kban), az IKT infrastruktúra fejlesztést (különösen az új EU tagországokban) és a kiterjesztett termékeket és szolgáltatásokat.

A stratégia fő részei

- A Stratégiai Terv által lefedett terület és a meghatározott fontosabb kihívások.
- 4 fő kutatási terület definiálása (hálózatra épülő értéklánc, kollaboratív munkakörnyezet a vidéki térségekben, a vidéki térségekhez kapcsolódó azon IKT tényezők, amelyek támogatják az innovációt és fejlesztést valamint a szélessávú infrastruktúra kiépülését.)
- Azon szükséges horizontális tevékenységek áttekintése, amelyek támogatják az üzleti és kutatói közösségeket (technológia transzfer, szabályozási kérdések és szabványosítás, kormányzati szándékok és kapcsolatok).

Az agrár-élelmiszer ágazathoz és a vidékhez kapcsolódó kihívások

- Segítse az európai mezőgazdaságot és élelmiszeripart (beleértve a KKV-kat), mely a világon vezető szerepet játszik a nagy megbízhatóságú és kiváló minőségű termékek ellátásában.

- Növelje a fogyasztók közreműködésének a szintjét az agrár élelmiszer láncban a megfelelő Információs és Kommunikációs Technológiák és alkalmazások széleskörű adaptációjával.
- Növelje azokat a területeket, amelyeken az európai polgárok együttműködési lehetőséget találnak az IKT segítségével.
- Terjessze ki a lehetőségeket az európai IKT ipar versenyképességének növelésére, azáltal, hogy lehetővé teszi az alkalmazások, eszközök fejlesztését, hogy támogassa az európai agrárélelmiszer szektort és vidéki térségeket.
- Járuljon hozzá az IKT és telekommunikációs infrastruktúra beruházások növeléséhez, új üzleti modellek létrehozásával a vidéki térségekben.
- Tegye a vidéki Európát egy vonzóbb megélhetési-, beruházási- és munkaterületté. Elősegítve a tudás és innováció terjedését, több és jobb munkahely létrehozását.

Kutatási és technológiafejlesztési (K+F) programok

- IKT alkalmazások az agrár-élelmiszer termékek teljes nyomonkövetésére és szolgáltatások a hálózati értéklánc egészén.
 - Interoperabilis integrált vállalati belső és külső alkalmazások fejlesztése.
 - Alkalmazások és eszközök fejlesztése a hálózati együttműködés javítására.
 - Az ismeretmegosztás hatékonyságának és hatásosságának növelése.
 - Vásárlóorientált üzleti modell javítása.
 - Az alkalmazások és eszközök fejlesztése dinamikus hálózat menedzsment támogatására.
- Kollaboratív környezetek az agrár-élelmiszer szektorban és vidéki térségekben.
 - Tevékenységorientált fejlesztés a kollaboratív szolgáltatások számára.
 - A vidék szolgáltatás-specifikus fejlesztése a törvényi szabályozás, egészség és tanulás területén.
 - Innovatív modellek az agrár-élelmiszer termékek és folyamatok virtualizációjára.
 - Architektúra szempontok.
 - Integráció és feldolgozás.
 - Biztonsági és IPR szempontok.
- Az IKT, mint kulcstényező az innováció és fejlesztés támogatására a vidéki területeken értéket teremtve a személyek és a vállalkozások számára.
 - IKT a természeti erőforrások feltárására, megfigyelésére és menedzselésére.
 - Specifikus alkalmazások az életminőség javítására vidéki térségekben.
 - Az IKT sektorspecifikus alkalmazások számára az új vidéki üzleti modellek területén.
- Innovatív IKT alkalmazások a vidéki térségekben a szélessávú infrastruktúra használatával.
 - Olcsó IT infrastruktúra fejlesztése.
 - Társadalmi-ökonómiai kutatások a vidéki IT implementálások szempontjai területén.
 - A vidék IT fejlődését támogató middleware fejlesztés.
 - Aml fejlesztés a vidéki területek számára, beleértve a multimodális interfészeket és többnyelvűséget.

Horizontális tevékenységek fejlesztése

A kommunikáció, a képzés és technológia olyan különleges eszközök a KKV-k esetében, amelyek hatékonyan biztosítják a K+F tevékenységek fejlesztését a szektor számára. A kommunikáció, a technológia transzfer és hálózatszervezés az új technológiák, a vezetői gyakorlat olyan fejlesztését biztosítja, amely különösen fontosak

a vállalkozások közötti kooperáció fejlesztésében, beleértve az élelmiszer feldolgozási láncot (beleértve a fogyasztókat is). A Stratégiai Kutatási Terv hangsúlyt helyez olyan további tényezőkre, mint a szabályozás és szabványosítás. A terv a következő horizontális tevékenységeket tartja a legfontosabbaknak.

- Disszemináció
- Képzés
- IKT ellátottság emelése
- Kísérleti alkalmazásokból technológiai transzfer
- Nemzetközi együttműködés
- Szabványosítási tevékenységek
- Vidéki élő laboratóriumok (living labs)

IRODALOM

- Szilágyi R., Herdon M. (2004). Mobile computers and application development and application perspectives in agriculture. XIII. Agrarian Perspectives Conference and Information Technology Workshop, Prague, 2004, ISBN 80-213-1282-3
- Herdon M. (2005). Az AMI@Netfood EU IST FP6-os projekt céljai és részeredményei. Agrárinformatika 2005 Konferencia. Szerk: Harnos Zs., Herdon M., MAGISZ Debrecen, ISBN 963 219 023 8. 1-4.
<http://agrinf.agr.unideb.hu/ia2005/cd/eloadasok/PLENARIS.pdf>
- Nábrádi A., Herdon M. (2005). Regional Rural Development Strategy Research Program at the University of Debrecen. "Rural Areas as Engines for Implementing the Renewed Lisbon Strategy" Conference 29 November 2005, Brussels. 1-5.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Herdon Miklós

Debreceni Egyetem, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar
4032, Debrecen, Böszörményi u. 138.

University of Debrecen

*Faculty of Agricultural Economics and Rural Development
H-4032, Debrecen, Böszörményi 138.*

Tel.: 36-52-508-360, Fax: 36-52-486-255

e-mail: herdon@agr.unideb.hu



A kocaselejtezés kockázatának vizsgálata egy nagyüzemi sertéstelepen

Balogh P., Ertsey I., Kovács S.

Debreceni Egyetem ATC AVK, Gazdaságelemzési és Statisztikai Tanszék, Debrecen, 4032 Böszörményi út 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

Szerzők Hajdú-Bihar megye egyik sertéstelepen vizsgálták a különböző genotípusok selejtezési kockázatait. Az adatokat 1969 kiselejtezett egyed élethosszaival kapcsolatban gyűjtötték be. Az adatok elemzésére a túlélés analízis szolgált. Megállapították, hogy (a termelésben eltöltött idő előrehaladtával) a genotípus és a selejtezési kockázat szorosan összefügg, és nagy különbségek mutathatók ki a selejtezési kockázatokban a genotípustól függően.

(Kulcsszavak: sertéságazat, kockázatelemzés, selejtezési kockázat, túlélési idő, élethossz)

ABSTRACT

Examination of risk analysis of sow culling in a large-scale pig farm

P. Balogh, I. Ertsey, S. Kovács

University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences, Faculty of Agricultural economics and Rural Development,
Department of Economic Analysis and Statistics, Debrecen, H-4032 Böszörményi út 138.

The authors examined the effect of genotype risk of culling at a pig farm in Hajdú-Bihar County. Data were collected about the lifetime of 1969 number of culled sows. Data were analysed by the survival analysis method. They concluded that there are close connection between the genotyp and the culling risk of the sows (as the productional lifetime goes by), and there are large differences in culling risk between genotypes.

(Keywords: pig production, risk analysis, culling risk, survival time, lifetime)

BEVEZETÉS

Magyarországon már az Európai Unióhoz való csatlakozás előtti időszakban is hangsúlyt kapott a versenyképesség (Ertsey és Mainsant, 1992), a belépést követően pedig egyre jelentősebbé vált, ugyanis ez alapvetően meghatározza a gazdálkodás jövőjét (Pakurár és Terjék, 2001). A sertésenyésztés gyakorlatában fontos szakmai feladatot jelent a tenyészkocák tenészsídejének meghatározása. A hazai üzemi gyakorlatban általában 2-4 fialást érnek meg a tenyészkocák. Ez azt jelenti, hogy életüknek csupán 53–72%-ában tekinthetők produktívoknak (Rajnai et al., 2001; Széles, 2003). Egyes szerzők a 4-5 fialást tekintik jónak a nagyüzemi kocák tenyésztésben tartása szempontjából (Wittmann, 1984; Márai és Székely, 1986). A selejtezési okok gyakoriság szerinti sorrendben: a meddőség, egészségi okok (lábszerkezeti hibák miatt), korai tenyésztésbe vétel, ellési rendellenességek (Wittmann, 1988; Tarres et al., 2005). Mindezeket figyelembe véve a selejtezési stratégiát úgy kell kialakítani, hogy az egyes selejtezési döntések eredőjeként az optimálist megközelítő tenyésztésben tartási idő alakuljon ki (Márai és Székely, 1986)

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataink során egy Hajdú-Bihar megyében található 3000 kocás nagyüzemi sertéstartó gazdaságban mértük fel a sertéshús-előállítás körülményeit és főbb mutatóit. Eredményeink értékeléséhez a túlélés analízis (Survival Analysis) egyik nemparaméteres formáját a Kaplan-Meier elemzést használtuk fel. Ennek során a 2005. évben selejtezésre került 1969 darab koca adatait figyeltük meg. A sertéstartás vizsgálatával kapcsolatos magyar nyelvű szakirodalomban nagyon kevés szerző használta fel ezt a statisztikai eljárást adatai elemzésére (Nagy et al., 2004).

A Kaplan-Meier elemzés bemutatása

A módszert Kaplan és Meier (1958) vezette be, főként súlyos betegségek különböző kezeléseinek összehasonlítására alkalmazta. Ebben az esetben a vizsgált esemény egy beteg halála, illetve annak időpontja a kezeléstől számítva. A módszerben szereplő „túlélési idő” elnevezés is ebből származik. Arra az esetre fejlesztették ki az elemzést, amikor az adathalmazzal kapcsolatos magyarázó változók nem állnak rendelkezésre. Megfigyeléseink egy adott esemény bekövetkeztéig eltelt időtartamra vonatkoznak minden egyéb információ nélkül, ezt az időtartamot nevezzük túlélési időnek. A túlélési idők intervallumokra történő felosztása nélkül közvetlenül becsüljük a túlélés valószínűségeit (Duqrocq-Sölkner, 1998). A Kaplan–Meier elemzés diszkrét időpontok esetére nyújt megoldást, de használhatjuk az egyes időszakokra vonatkozó túlélési arány meghatározására is. A számítás során feltételes valószínűségek szorzatát kell vennünk:

$$P(T \geq t_i) = P(T \geq t_i | T \geq t_{i-1}) = P(T \geq t_i | T \geq t_{i-1}) \cdot P(T \geq t_{i-1} | T \geq t_{i-2}) \cdot \dots \cdot P(T \geq t_0) = \prod_{j=1}^i \left(1 - \frac{d_j}{n_j}\right),$$

ahol T a túlélési idő, a t_1, t_2, \dots, t_i jelenti azokat az időpontokat, ahol a vizsgált esemény bekövetkezett, a d_j mutatja a t_j időpontban bekövetkezett események számát, az n_j pedig a t_j időpontban azon egyedek számát tükrözi, amelyeknél az adott esemény még bekövetkezhet (Wais, 2004). Az n értékek számításánál vesszük figyelembe a csonkolt eseteket: $n_i = n_{i-1} - d_{i-1} - c_{i-1}$, ahol c_{i-1} a t_{i-1} időpontban csonkolt esetek számát jelenti. Itt szükséges a csonkolás fogalmát megadnunk. Amikor a vizsgált egyed esetében a megfigyelési idő alatt nem következik be az esemény, akkor csak részinformációval rendelkezünk, azaz a megfigyelést csonkoltuk. A túlélési valószínűségeket becsülő Kaplan–Meier görbék lépcsős alakúak. A vizsgált csoportokon belül (például különböző kezelést kapott betegek) ezen valószínűségek eltérhetnek. Egzakts statisztikai tesztek állnak rendelkezésünkre ezen becsült valószínűségek eltéréseinek vizsgálatára. A két leggyakrabban alkalmazott próba az általánosított Wilcoxon próba (Gehan teszt), és a log-rank próba.

A túlélés analízist a Statistica 6.0 programmal valósítottuk meg az 1. ábra szerint. A Statistics menüből az Advanced Linear/Nonlinear Models almenüből kell kiválasztani a Survival Analízis menüpontot. A további lehetőségek közül a Comparing Survival in Multiple Groups lehetőséget kell választanunk.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Saját vizsgálatok

Az 1. táblázat az általunk vizsgált telep különböző genotípusú selejtezésre került kocaállományának jelölését és annak megoszlását tartalmazza (A tenyésztőszervezet nem járult hozzá, hogy az egyes genetikákat konkrétan megnevezzük). Ez alapján

megállapítható, hogy a 2. számú genetikával rendelkező állatok több mint egyharmadát tették ki a selejtezésre került állománynak. A legkisebb létszámban a 6. számmal jelzett állatok voltak állományuk nem érte el az 5%-ot.

1. ábra:

A változók megadása a túlélés analízishez a Statistica 6.0 programban

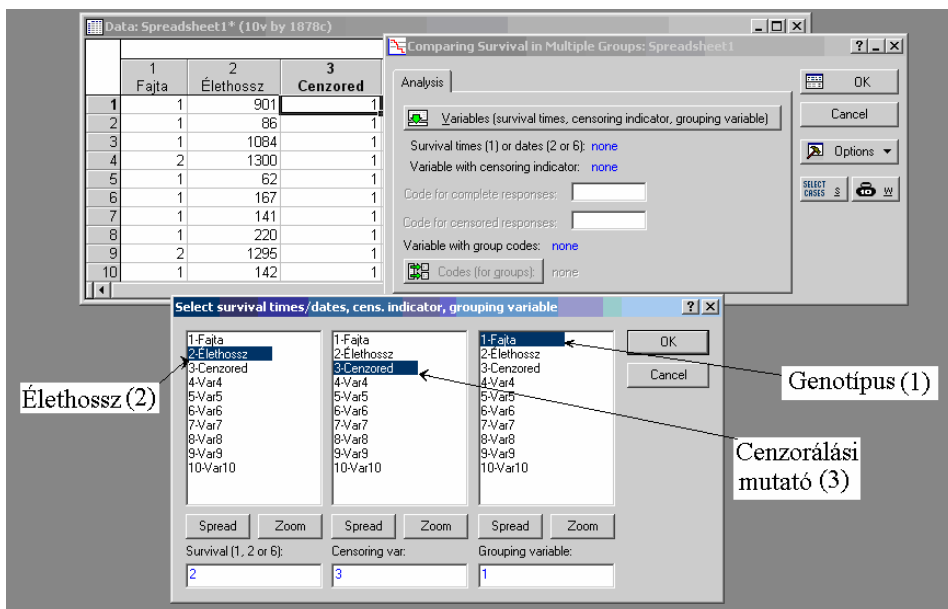


Figure 1.: Variable definition of Survival Analysis in Statistica 6.0 software

Variables in the model: Genotype(1); Lifetime(2); Censored(3)

1. táblázat

A vizsgált telepen selejtezésre kerülő kocaállomány genotípus szerinti megoszlása

Genotípus kód (1)	Megoszlás %(2)
1.	16,5
2.	37,9
3.	27,6
4.	8,3
5.	5,2
6.	4,5

Table 1: Distribution of genotypes in the culled sows at a pig farm under survey

Genotype code(1); Distribution(2)

Adatgyűjtésünk során a selejtezésre került állomány több mint 10 ezer rekordja alapján végeztük el az összehasonlító értékelést. (Kocánként külön rekordokba volt feltüntetve minden termékenyítés).

A 2. ábrán tüntettük fel a különböző keresztezésekhez tartozó állatok selejtezési ideje alapján számított a Kaplan-Meier módszer felhasználásával kapott túlélés függvényeket. Az eredményeket a Gehan-féle általánosított kétmintás Wilcoxon próbával teszteltük (GEHAN, 1965), amely megmutatja, hogy milyen valószínűségi szinten fogadhatók el az eredmények, azaz mennyire bizonyos a különbség megléte a genotípusok között. Az ábrát megfigyelve azonnal szembetűnnek a különbségek, a Gehan teszt 100% megbízhatósággal ($p=0,00$) kimutatta a különbségeket.

2. ábra

A különböző genotípusokhoz tartozó kocaállományok élettartamának összehasonlítása túlélési függvényekkel

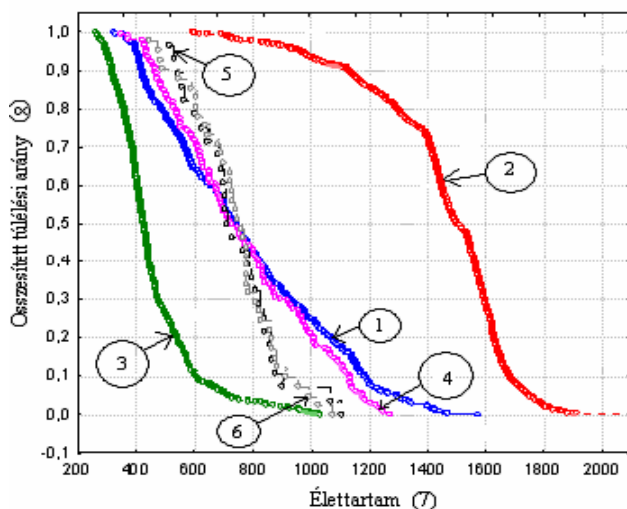


Figure 2: Comparison of the survival times of the different genotypes by surviving function

Genotype codes(1)-(6); Lifetime(7); Cumulative proportion of surviving(8)

Az ábra alapján jól látható, hogy a vizsgált keresztezések esetében a 3. csoport túlélési görbéi a megfigyelési időszak egész ideje során alatta maradtak a többi genotípusú csoport egyedei által mutatott túlélési görbéknek. Az y tengelyen az úgynevezett túlélési hányad látszik, vagyis az eddigi magyarázatoknak megfelelően az állomány azon hányada, melynél az esemény még nem következett be, azaz ezek az egyedek még nem kerültek leselejtezésre. Az eredmény tehát azt mutatja, hogy a termelésben töltött napok számának emelkedésével átlagosan több 3. genotípusú állat esetében következik be az esemény, vagyis több 3. egyedot selejteznek le, mint a többi azonos életkorú, de eltérő genotípusú állatot. A túlélési görbéken jól látszik, hogy ennél a csoportnál azon egyedek esetében melyek elérték a kb. 420 napot, az egyedek mintegy 50%-nál az esemény bekövetkezett, azaz selejtezésre kerültek. Ez az arány a 600. napra már mintegy 90%-ra

nőtt. A 3. számú csoport egyedei közül az 1000. életnapon majdnem az összes kocát leselejtezték. Analóg módon, ha a születés kezdete után bármely 't' időpontban a vizsgálati egyedek még nem kerültek kiselejtezésre, akkor a következő időegység során a 3. sz. egyedek nagyobb valószínűséggel lettek selejtezve, mint az ettől eltérő genotípusú kortársaik.

Az 5. típusú állatok 20%-a 600. napon kerül selejtezésre és a 900. napon már az állomány 90%-a lett selejtezve. A maradék 10% 1100. napig volt termelésben tartható. A 600. nap után a görbe meredek lefutásából megfigyelhető, hogy ennek a típusnak a 70%-át várhatóan az elkövetkező 300 napban selejtezik majd le.

Az ábra jobb oldalán elhelyezkedő vonal a 2. sz. keresztezésből származó állományt jelöli. Megállapítható, hogy az ilyen típusú állatok nagyon jó anyai tulajdonságokkal rendelkeznek, ezért várhatóan hosszú ideig vesznek részt a termelésben. Ezen a telepen is a leghosszabb termelési ciklusú állatok ebből a genetikából kerültek ki.

Az ilyen típusú kocákat a 600. nap előtt nem selejtezték ellentétben a többi genetikával, amelyekből az állomány 15-90%-a kivágásra került. Ezen állatok 50%-át csak az 1500. napra kell kiselejtezni. Vannak olyan egyedek, amelyek az 1900. napot is megélik és ekkor is csak azért kerülnek selejtezésre, mert befejezték a 8. fialásukat. Az 1. és a 4. számú állatok túlélési görbéi „kvázi” lineárisak, „egyenletes” lefutásúak, így ezen típusú kocák esetében a selejtezés kockázata is kiegyenlítettebb, és – ha nem is annyi ideig, mint az 2. típus esetében, de – viszonylag hosszú ideig tarthatók termelésben. Megállapítható továbbá az is, hogy a túlélési idő mediánja (amely 50%-os selejtezési arányt jelent) az 1., 4., 5., 6. típusok esetén a 700. és 750. nap közé esik.

KÖVETKEZTETÉSEK

- A különböző genetikájú anyaállatok teljesítménye között egy telepen is igen nagy eltérés mutatható ki.
- A konkrét keresztezési típusokat megvizsgálva megállapítható, hogy a 3. számú csoport túlélési görbéi a megfigyelési időszak egész ideje során alatta maradtak a többi genotípusú csoport egyedei által mutatott túlélési görbéknek, így az ilyen típusú anyakocák nagyon hamar kikerülnek a termelésből, ami a telep számára nagymértékű veszteséget jelent, valamint ezen állatok termelésben tartása nagy kockázatot eredményez.
- A 2. sz. keresztezéséből származó állomány túlélési görbéje a többi genetikától jobbra helyezkedett el. Ez azt jelenti, hogy az ilyen típusú kocákat a 600. nap előtt nem selejtezték ellentétben a többi keresztezéssel, amelyekből az állomány 15 – 90%-a kivágásra került. Megfigyelhetők voltak olyan egyedek, amelyek az 1900. napot is megélik és ekkor is csak azért kerülnek selejtezésre, mert befejezték a 8. fialásukat (ez a telepen az egyik szelekciós szempont).
- Az 1. és a 4. típusú kocák esetében a selejtezés kockázata kiegyenlítettebb, és viszonylag hosszú ideig tarthatók termelésben.
- Az 1., 4., 5., 6. genetikájú anyaállatok átlagosan 700- 750 napig tarthatók termelésben.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a kutatás anyagi biztosításához, mivel a cikk az OTKA F 62949/2006 támogatásával jött létre.

IRODALOM

- Duqrocq, V., Sölkner, J. (1998). The Survival Kit-V3.0. A package for large analyses of survival data. Proc. 6th WCGALP, Armidale, Australia 27. 447-448.
- Ertsey, I., Mainsant, P. (1992). La compétitivité comparée des productions de volaille entre de la France et de la Hongrie: le cas de foie gras. Economie agricole des pays de l'Est, Paris.
- Gehan, E.A. (1965). A generalized two-sampled Wilcoxon test for doubly-censored data. Biometrika, 52. 650-653.
- J. Tarres, J. Tibau, J. Piedrafita, E. Fabrega, J. Reixach (2005). Factors affecting longevity in maternal Duroc swine lines Livestock Production Science accepted 8 August 2005
- Kaplan, E.L., Meier, P. (1958). Nonparametric Estimation from Incomplete Observations, Journal of the American Statistical Association, 53. 282. (Jun., 1958), 457-481.
- Márai G., Székely Cs. (1986). Nagyüzemi kocatartás és malacnevelés Mezőgazdasági Kiadó : Budapest. 202-214.
- Nagy, I., Szabó, A., Romvári, R., Szendrő, Zs. (2004). Brief Description of the Survival Analysis Procedure Using the Running Rejection Behaviour of Young Rabbits as a Model Trait Agriculturae Conspectus Scientificus, 69. 1. 29-33.
- Pakurár, M., Terjék, L. (2001). Possibilities of development of work organization at animal farms in eastern Hungary. Medzinárodné vedecké dni, Zborník vedeckých prác, Nitra, 204-207.
- Rajnai Cs., Biber É., Demeter Gy. (2001): Tenyészkocák reprodukciós paramétereinek újszerű értékelése és ökonómiai vonatkozásai Acta Agraria Kaposváriensis 5. 3. 25-40.
- Széles Gy. (2003): A sertéságazat szervezése és ökonómiája. Szerk.: Magda S. Az állattenyésztés szervezése és ökonómiája. Szaktudás Kiadó Ház : Budapest, 42.
- Wais R. (2004). Algorithmen für SPSS 12.
<http://www.rz.uni-hamburg.de/RRZ/Software/SPSS/Algorith.120/km.pdf>
- Wittman M. (1984). A kocák selejtezésének biológiai és ökonómiai következményei. Szerk.: Kovács F. Sertésenyésztők kézikönyve Mezőgazdasági Kiadó : Budapest. 491-493.
- Wittman M. (1988). Esélyek a sertés szaporaságának növelésére. Magyar Mezőgazdaság, 50. 14.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Balogh Péter

Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum

Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar

Gazdaságelemzési és Statisztikai Tanszék

4032, Debrecen, Böszörményi út 138.

University of Debrecen

Faculty of Agricultural economics and Rural Development

Department of Economic Analysis and Statistics

H-4032, Debrecen, Böszörményi út 138.

Tel.: 36-52-508-444/88009, Fax: 36-52-508-343

e-mail: balogh@agr.unideb.hu



Komplex rendszereket összemérő módszer alkalmazása a mezőgazdasági térfunkció elemzéseknél

Schneller¹ K., Podmaniczky² B., Podmaniczky³ L.

¹Szent István Egyetem Környezettudományi Doktori Iskola, 2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

²Fornax ZRt., 1123 Budapest, Táltos u. 1.

³Szent István Egyetem Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, 2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

ÖSSZEFOGLALÁS

A multifunkcionális mezőgazdaság gondolatának megjelenése és a fenntartható térszerkezet kialakítására irányuló törekvések alapvető változást hoztak a föld- és környezetminősítés vonatkozásában. A fenntartható mezőgazdálkodási rendszerek általában többféle feladatkört látnak el, ezért a természeti alkalmasság minősítése mellett a védelmi funkciók elemzése is szükségessé vált. A többfunkciós mezőgazdaság egyes feladatköreinek elemzésére és az esetleges konfliktusok feltárására véleményünk szerint jó lehetőséget kínálnak a szakértői döntéseken alapuló, a komplex rendszerek összemérésére alkalmas módszerek. A következőkben Kindler József és Papp Ottó által kifejlesztett KIPA-eljárás fontosabb lépéseit, informatikai fejlesztését és a mezőgazdasági föld- és környezetminősítés terén történő alkalmazási lehetőségeit mutatjuk be.

(Kulcsszavak: térfunkció elemzés, KIPA-eljárás, Guilford-módszer, komplex rendszer)

ABSTRACT

Comparison method of complex system in agricultural suitability studies

K. Schneller¹, B. Podmaniczky², L. Podmaniczky³

¹Szent István Egyetem Ph.D School of Environmental Sciences, H-2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

²Fornax close company., H-1123 Budapest, Táltos u. 1.

³Szent István Egyetem Institute of Landscape and Environmental Management, H- 2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

Introducing the notion of multi-functional agriculture and also, aspiring towards a sustainable land-structure significantly altered the approach in land and environmental evaluation. As sustainable agricultural systems have multiple roles, evaluation, besides assuming the production capacity of an area, has to cover the protection potential as well. Evaluation methods that are based on experts' judgments are appropriate tools to analyze the various roles of multi-functional agricultural systems. These methods are suitable to investigate potential conflicts within the system, as well. This paper demonstrates the main elements, IT development potential and the usage for land- and environmental evaluation of the KIPA method, which has been developed by József Kindler and Ottó Papp.

(Keywords: land-use analysis, KIPA-procedure, Guilford method, complex systems)

BEVEZETÉS

A fenntartható térszerkezet kialakítására irányuló törekvések jelentős változást hoztak a környezetminősítés és a téralkalmassági vizsgálatok vonatkozásában.

Általánosságban elmondható, hogy a tér alkalmasságának megítélése annál biztosabb, minél több szempontot sikerül a tervezésnél figyelembe venni. Továbbá az is megállapítható, hogy egy térelemhez több funkció kapcsolódik. A fenntarthatóság elvének ezen funkciók horizontális és vertikális kapcsolatrendszerén alapuló térhasználati alternatívák értékelésével lehet a leginkább megfelelni (Ferencsik, 2000).

Példaként említhetjük a VÁTI Kht. és a drezdai Leibniz Intézet (IÖR) közös kutatását, ahol több szempontú döntéstámogató módszerek alkalmazásával végeztek térhasználat-optimalizációs vizsgálatokat, amelyek az erdészetre és a települési környezetre is kiterjedtek, de elemezték az eltérő intenzitású mezőgazdasági termelés térbeli lehetőségeit is. A vizsgálatok során nyolc területhasználat-típust 16 súlyozott indikátor segítségével értékelték. Az elemzés matematikai háttérét az úgynevezett „kompromisszumos programozás (CP)” adta (Thinh et. al., 2004).

A következőkben bemutatásra kerülő vizsgálat alapvetően a mezőgazdasági térfunkció értékelésekhez, ezen belül a földhasználati zónaelemzésekhez kapcsolódik. A földhasználati zónarendszer kulcseleme a területek mezőgazdasági termelési alkalmasságának, valamint környezeti érzékenységének objektív, több szempontú elemzése és értékelése, majd a két tényező mentén kialakuló erőforrásmérleg egybevetése volt (Ángyán és Menyhért, 2004). Ez alapján kerültek kialakításra a földhasználati zónák: az agrártermelési, a kettős-, illetve a környezetérzékenységi meghatározottságú területi kategóriák (Ángyán, 2003). Jelen vizsgálat fő célkitűzése a zónaelemzések módszertani továbbfejlesztése. A megvalósításra jó lehetőséget adott az Európai Unió Közös Kutatóközpontjának (JRC) koordinálásával zajló, az Európai Földhasználati Információs Rendszer (ELISA) kialakítását célzó program, valamint az Országos Területrendezési Terv területfelhasználását is érintő felülvizsgálata.

A módszertani továbbfejlesztéshez a több szempontú döntéstámogató módszerek (MCDM) közé tartozó (Bozóki, 2006), a komplex rendszerek összemérésére és rangsorolására alkalmas KIPA-eljárást választottuk. A KIPA-eljárást a korábbiakban főként műszaki és gazdasági rendszerek összemérésénél használták, azonban véleményünk szerint térbeli vizsgálatok esetében is alkalmazható.

A KIPA-eljárás kiválasztásának oka, hogy a módszer lehetőséget teremtett az értékeléseknél felhasznált nagyszámú változó súlyszámának széles szakértői kör véleményét egyesítő meghatározására, valamint az értékelésnél felhasznált tulajdonságok vonatkozásában eltérő rendszerek (változatok) adott cél szerinti összemérésére, majd rangsorolására.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A KIPA-eljárás

A KIPA-eljárás a Budapesti Műszaki Egyetemen elvégzett kutatások eredménye. Elnevezése a kutatást irányító Kindler József és Papp Ottó nevének kezdőbetűiből alkotott mozaikszó: KIndler-PApp. Alapgondolatát tekintve a MARSAN (Methode d'Analyse, de Recherche, et de Selection d'Activite Nouvelles) és ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realite, Elimination and Choice Expressing the Reality) módszerek logikáját követi, melyeknek több elemét Kindler és Papp továbbfejlesztette. A KIPA-eljárás komplex rendszerek összemérésére alkalmas (Kindler és Papp, 1977). Kindler és Papp komplex rendszereknek az olyan rendszereket tekint, amelyeknek egyidejűleg több tulajdonságát veszik figyelembe és a tulajdonságok egyidejű és együttes értékelése problémát jelent, azaz nem triviális feladat. Komplex rendszerek összeméréséről (rangsorolásáról) akkor beszélünk, ha az egyes rendszerekhez

egy adott cél szerint és meghatározott szabályok alapján számokat rendelünk. A komplex rendszerek összemérése és rangsorolása mindig tulajdonságaik együttes és egyidejű értékelése alapján történik, amely során a következő nehézségek jelentkezhetnek:

- az értékelés általában nagyszámú tulajdonság alapján történik, melyek relatív fontosságát az esetek többségében nem ismerjük.
- az egyes tulajdonságok értékei nem minden esetben számszerűek.

Az KIPA-eljárás két fő részre tagolódik:

- Guilford-módszer
- A KIPA-mátrixok alkalmazása

Guilford-módszer

A Guilford-módszer lehetőséget teremt a korábbiakban felsorolt nehézségek megoldására, lehetővé téve egy meghatározott cél szerint, az értékelésnél felhasznált tulajdonságok (szempontok) és az azokhoz tartozó felvehető kategóriák (tényezők) – 0-100-ig terjedő intervallum skálán történő – súlyozását, számszerűsítését. A KIPA-eljárás részeként alkalmazott Guilford-módszer legfontosabb jellemzője az, hogy a számszerűsítések szakértői döntések eredményein alapulnak. A szakértői rendszerek lényege, hogy egy tudományos probléma megoldásakor a témában érintett, de nem teljesen azonos háttérrel rendelkező elméleti és gyakorlati szakértők tudását valamilyen módon beépítsék a rendszerbe, s a felhasználók számára is hozzáférhetővé tegyék (Lóczy, 2002). A szakértők szubjektívnek nevezett – és ezzel bizonyos értelemben degradált (legalábbis a „tudományosság” szempontjából) – véleményei általában nagyon is objektív tapasztalatok szintézisének eredményeként születnek (Kindler és Papp, 1975). A Guilford-módszer technikai alapját a Thurstone-féle páros összehasonlítás jelenti, a transzformáláshoz pedig a standardizált normális eloszlást használja fel. A Guilford-módszer három fő szakaszra tagolódik:

- A szakértői vélemények rögzítése a Thurstone-féle páros összehasonlítási táblázatokkal;
- A szakértői vélemények feldolgozása egyéni, majd csoportos preferencia mátrixok alkalmazásával;
- Súlyszámok meghatározása.

KIPA-mátrix szerkezete és alkalmazása

A súlyozást követően az eljárás második részében, „a szűkebb értelemben vett KIPA-eljárásban” az értékelésnél használt tulajdonságokhoz (szempontokhoz) tartozó felvehető értékek (tényezők vagy kategóriák) kombinációjával előállítjuk a komplex rendszerek lehetséges változatait. Az előállított változatokat ezt követően a KIPA-mátrixok felhasználásával mérjük össze, illetve rangsoroljuk a vizsgálati célnak megfelelően. A mátrix alkalmazásakor minden egyes rendszert (változatot) összehasonlítunk az összes többivel, majd pedig minden összemérés esetében kiszámoljuk a változatok között az adott cél szerinti előny- és hátránymutatókat. Az előny- és hátránymutatók kiszámolását követően minden egyes rendszer esetében az előnymutatókat összeadva, majd ebből a hátránymutatók összegét levonva egy adott értéket (különbség) kapunk, amely alapján felállítható a változatok cél szerinti sorrendje úgy, hogy a legmagasabb különbségértékkel rendelkező rendszer áll a rangsor első helyén. A különbségértékek kiszámolása nem képezi az eljárás részét, ez a szerzők javaslata.

A KIPA-eljárás alkalmazási lehetőségei a mezőgazdasági területek többszemponú értékelésénél

A mezőgazdasági-, ezen belül a szántóterületek komplex rendszereknek nevezhetők, hiszen különböző célok szerint több tulajdonság felhasználásával értékelhetők, valamint itt is jelentkeznek a komplex rendszerek összemérési problémái, amelyeket az előző részben már említettünk. A szántóföldek értékelésénél a felhasznált tulajdonságok elsősorban környezeti változók, a komplex rendszerek pedig az értékelésnél felhasznált környezeti változók tekintetében eltérő adottságú területeket, területváltozatokat.

A fenntartható, a környezeti adottságokhoz igazodó földhasználat megvalósítása érdekében szükséges vizsgálni, hogy a termelő funkció mellett vagy helyett a mezőgazdaság védelmi feladatainak ellátása mennyire szükséges.

A *termelő funkció* esetében a szántóföldi növények (elsősorban a GOF-növények) termesztésére való alkalmasság kerül mérésre. Az egyes növényfajok, valamint fajták talaj- és éghajlati igényei eltérnek. Kompromisszumos megoldásként a termelő funkciót tovább bontjuk és a legnagyobb vetésterülettel rendelkező növények termesztési alkalmasságát vizsgáljuk. Ezek a következők: őszi búza, kukorica (szemes), napraforgó, őszi árpa, lucerna)

A *természetvédelmi funkció* (amely értékelésén keresztül szemléltettük a KIPA-eljárást) esetében a mezőgazdaság és a természetvédelem együttműködésének fontossága kerül mérésre. Minél magasabb ez az érték, annál inkább szükséges olyan földhasználat, olyan technológiák alkalmazása, melyek a természetvédelem elvárásait figyelembe veszik.

A *talajvédelmi funkció* esetében az kerül értékelésre, hogy mennyire fontos az adott területen olyan földhasználat, olyan technológiák alkalmazása, melyek a termőhelyi alapok védelmét szolgálják.

1. táblázat

A mezőgazdaság egyes funkcióinak méréséhez felhasznált tulajdonságok

Mezőgazdaság termelő funkciója (1)
Talaj fizikai félesége (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
Talajok vízgazdálkodása (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
Talajok kémhatása és mészállapota (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
Talajok termőrétegének vastagsága (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
Mezőgazdaság természetvédelmi funkciója (2)
Érzékeny Természeti Területek (KvVM_TVH)
Natura 2000 különleges madárvédelmi területek (KvVM_TVH)
Natura 200 különleges természetmegőrzési területek (KvVM_TVH)
Mezőgazdaság talajvédelmi funkciója (3)
Az erózió mértéke (MTA-TAKI, 1: 100 000)
A fizikai talajféleség (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)
A talaj kémhatása és mészállapota (MTA TAKI, 1: 100 000 Agrotopográfiai térkép)

Table 1: Functions and variables

Production function of agriculture(1), Natur conservation function of the agriculture(2), Soil protection function of the agriculture (3)

Az informatikai háttér megteremtése

A téralkalmasság vizsgálatok többségében, mind a tulajdonságok, mind pedig azok felvehető kategóriáinak száma igen magas lehet. Ha például 3 tulajdonságunk van és mindegyik tulajdonsághoz 5 kategória tartozik, a komplex rendszerek száma 125 lesz. A KIPA mátrixban ez $(125 \times 125) - 125 - 1$ elemszámot jelent. Emiatt több mint 15 ezer összemérést kell végezni, amely során mind az előny- mind pedig a hátránymutatókat ki kell számítani. Ehhez olyan informatikai háttérrel kellett biztosítanunk, amely alkalmas akár többmillió tulajdonság és kategóriaszám összemérésére.

A megvalósított rendszerrel szemben az alábbi követelményeket állítottuk:

- Legyen képes az input adatokat, mint alap adatokat, (szakértők, szempontok, tényezők) valamint a szakértők döntéseit webes elérhetőségről fogadni.
- Tárolja a döntési fordulókat a későbbi visszamenőleges adatszolgáltatásokhoz.
- Legyen megismételhető bármely korábbi KIPA döntési forduló.
- Adjon lehetőséget egy közbelső állapotról történő feldolgozásra, a szempontok és tényezők súlyszámainak fogadásával.
- Legyen moduláris felépítésű.
- Tudja végrehajtani több százezer változat kiértékelését egy KIPA döntési fordulóban elfogadható időn belül.
- Illeszkedjen a térfunkció elemző rendszerhez.
- Adjon lehetőséget a rangsor webes lekérdezésére.

A fenti követelmények teljesítéséhez választottuk az Oracle Database 10g robusztus adatbázis szerverét, melyen PL/SQL tárolt eljárások fejlesztése történt.

Az input alap adatokat, a szakértőket, szempontokat és tényezőket webalkalmazás felhasználásával feltöltjük. Ezt követően két tárolt eljárást szükséges lefuttatnunk (*kpa_pkg.Gen_Thurstone_Resp()* és *kpa_pkg.Gen_Thurstone_Attr()*), melyek előállítják szakértőnként a páros összehasonlítások tárolásához szükséges táblákat. Az eljárás az összes szempont és az összes tényező alapján generálja a lehetséges párokat. Ezek a Thurstone táblák, melyeket már a szakértők töltenek ki a szakértői ítéletek megadásával egy webalkalmazással, a páros összehasonlítások módszerével. Ennek végeredményeként már birtokában vagyunk az összes input adatnak, melyek szükségesek a Kipa feldolgozáshoz. Ez a pont a folyamatábrán az „Egyéni preferenciák generálása” lépésben látható.

A Kipa feldolgozás a *main_kipa()* eljárás hívásával indítható, melyben paraméterként a Kipa döntési forduló sorszáma adható meg. A folyamat az egyéni preferenciák meghatározásával a Guilford táblák feltöltésével kezdődik a *Gen_Guilford_Resp()* és a *Gen_Guilford_Attr()* eljárások hívásával. Ezt követően lehet a szakértőnkénti konzisztencia mutatókat meghatározni, melyet a *Check_Consistency()* eljárás hajt végre. A szakértők konzisztenciájának küszöbértékét paraméterezhetjük és a feldolgozás csak akkor folytatódik, ha a küszöbértéket nem haladta meg a szakértők konzisztencia mutatója. Ez a döntési pont a folyamatábrán „A konzisztencia mutatók értékelése” elágazásban látható, melynek „Igen” ága a feldolgozás folytatását jelenti, a „Nem” ága pedig a küszöbérték túllépése miatt, a folyamat befejezését. Ezt követően a csoportok preferenciáinak számítása a *Gen_Guilford_Group_Resp()* és a *Gen_Guilford_Group_Attr()* eljárásokkal megtörténik, az eredmény táblákban kerül tárolásra.

A feldolgozás következő lépése a lehetséges változatok előállítása a *Gen_Qualification()* eljárással. A megvalósításhoz rekurzív függvényt (*Gen_Qua_Perm()*) használtunk, mert az előállítandó változatok száma dinamikus,

hiszen mind a szempontok, mind a tényezők száma tetszőleges lehet. Természetesen a rekurzív függvény kilépési pontja a futásidőben meghatározható, ez a szempontok és tényezők ismétlés nélküli permutációjának száma lesz. Az előállított változatokat táblában tároljuk, ez lesz a további feldolgozás alapja.

A folyamat következő lépése az előny- és hátránymutatók (súlyszámok) meghatározása a *Gen_Kipa()* eljárás hívásával. Az előny- és hátránymutatók számításához minden változatot minden változattal össze kell mérnünk, így ez a feldolgozás leghosszabb szakasza lesz. Az eredményt táblában tároljuk.

A feldolgozás az előny- és hátránymutatók súlyszámainak meghatározásával befejeződik, a végső rangsort a táblán végrehajtott rendezés szolgáltatja (az előny- és hátránymutatók különbségét csökkenő sorrendben rendezzük).

A fejlesztés során a többmilliós változat előállításához és a kiértékeléshez az alábbi technikai eszközöket alkalmaztuk:

- Absztrakt adattípusok használata;
- A változatokat rekurzív függvénnyel állítjuk elő (1.5 millió változat/perc);
- Paralell DML (párhuzamos feldolgozás több szálon);
- Bulk Collection (memória tömbök használata);
- Direct Path adatkiírás (alacsony szintű állományelérés);
- Előny- és hátránymutatók számítása egy menetben.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A fejezetben a elvégzett vizsgálatok részeredményeiről számolhatunk be. A JRC keretben megvalósuló ELISA program folyamán KIPA – eljárás segítségével értékeltük a mezőgazdaság természetmegőrzési funkciójának szükségszerűségét (*Podmaniczky et. al.*, 2007). Az értékeléshez három tulajdonsággal (ÉTT, a Natura 2000 madárvédelmi, valamint természetmegőrzési területeken való elhelyezkedés) és tulajdonságonként két felvehető értékkel (része az adott lehatárolásnak vagy kívül esik rajta) számoltunk, így mindössze 8 területváltozatot kellett rangsorolnunk (2. táblázat).

2. táblázat

A területváltozatok rangsora a természetmegőrzési funkció fontossága szerint

Rangsor (1)	Területtípusok (2)	
1	R1	ÉTT + Natura SPA + Natura SCI
2	R4	ÉTT + Natura SCI
3	R5	Natura SPA + Natura SCI
4	R6	Natura SCI
5	R3	ÉTT + Natura SPA
6	R8	ÉTT
7	R7	Natura SPA
8	R2	Egyéb területek

Table 2: Gradation of the area variables according to the importance of the natural conservation

Gradation(1), Area-variable(2)

Szintén - bár nem a fent említett program részeként - értékeltük a talajvédelemi funkció fontosságát, amelyhez három tulajdonságot (talajok fizikai félesége, erózió mértéke és a talajok kémhatása és mészállapota) használtunk fel. Az elméletben lehetséges kombinációk (területváltozatok) száma 105 volt, amelyből ténylegesen 69 létezett. A valóságban is létező változatokat úgy találtuk meg, hogy a KIPA-eljárás rangsortábláját térinformációs rendszerekkel kapcsoltuk össze. Ehhez az ArcGIS 9-es változatát használtuk.

Mind a természetvédelmi, mind pedig a talajvédelmi funkció esetén a területváltozatokat a rangsorban elfoglalt helyük alapján három minőségi osztályba soroltuk: a természet- vagy talajvédelmi szempontból igen értékes/érzékeny, értékes/érzékeny és nem, vagy kevésbé értékes/érzékeny kategóriát alakítottunk ki. Természetesen az igen értékes/érzékeny kategória esetében van a legnagyobb szükség a mezőgazdaság védelmi funkcióinak előnyben részesítésére. A vizsgálat eredményét Corine Land Cover szerinti szántóterületekre szűkítettük (2 és 3. ábra; 3 és 4. táblázat).

Fontos eredménynek tartjuk a KIPA-eljárás térbeli objektumokra adaptálását, valamint az informatikai háttér megteremtését. Időközben sikerült biztosítani azt az internetes felületet is, amelyen keresztül jelentősen egyszerűsödik a szakértői vélemények rögzítése. A fenti eredmények mellett számos további teendő azonban még megvalósításra vár. Ezek közül folyamatban van a szántóföldi alkalmasság értékelése, valamint a funkciók közötti konfliktusok feltárása.

2. ábra

A szántóföldek érzékenysége a természetvédelem szempontjából

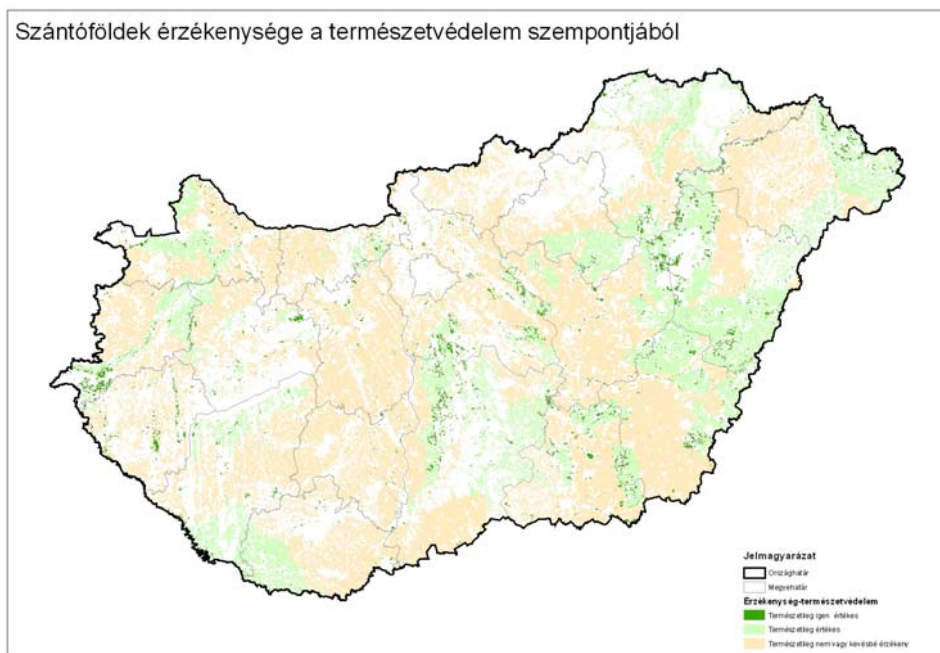


Figure 2: Sensitivity of the arable land concerning nature conservation

3. táblázat

Az érzékenységi kategóriák területi kiterjedése a természetvédelem szempontjából

Minőségi osztály (1)	Területe (ha) (2)	Aránya (%) (3)
Igen értékes (4)	156700,2449	3,23
Értékes (5)	1312928,5605	27,06
Nem vagy kevésbé (6)	3382000,0000	69,71

Table 3: Extent of the categories (nature conservation)

Area(1) Quality category(2), Percentage(3), Very valuable(4), Valuable(5), Less valuable(6)

3. ábra

A szántóföldek érzékenysége a talajok szempontjából

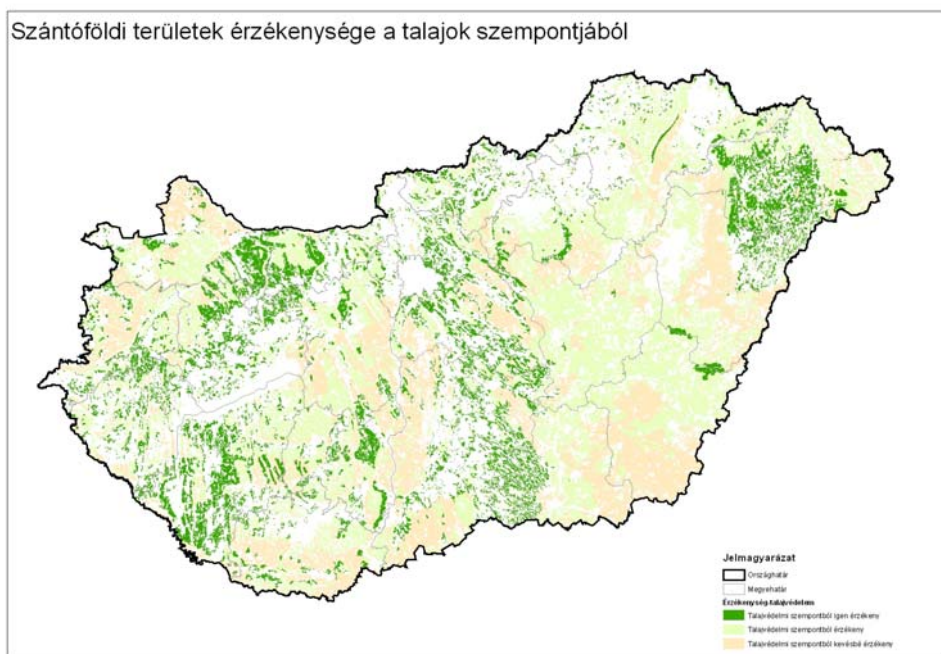


Figure 3: Sensitivity of the arable land concerning soil

4. táblázat

Az érzékenységi kategóriák területi kiterjedése a talajok szempontjából

Minőségi osztály (1)	Területe (ha) (2)	Aránya (%) (3)
Igen érzékeny (4)	1044643,6062	21,02391883
Érzékeny (5)	2323176,4469	46,7549629
Nem vagy kevésbé érzékeny (6)	1601013,8473	32,22111826

Table 4: Extent of the categories (soil)

See Table 3

KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy jóllehet a KIPA-módszert eredetileg műszaki és gazdasági jellegű döntési helyzetekre fejlesztették ki, az jól használható területi jelleggel bíró problémák megoldásánál is. A módszer azáltal, hogy javítja a nehezen számszerűsíthető – elsősorban a mezőgazdaság környezeti funkcióihoz tartozó – térfunkció-értékelés pontosságát és megbízhatóságát, alapul szolgálhat a szakszerű földhasználati javaslatok kidolgozásához. A módszer szakértői döntéseken alapul, ezért a participatív tervezés terén nem lebecsülhető előnyei és kihasználatlan lehetőségei rejlenek.

IRODALOM

- Ángyán J., Menyhért Z. (2004). Alkalmazkodó növénytermesztés, ésszerű környezet- és tájgazdálkodás. Szaktudás Kiadó Ház : Budapest, 134.
- Ángyán J. (2003). A környezet- és tájgazdálkodás agroökológiai, földhasználati alapozása. MTA doktori értekezés, Gödöllő, 66. 83.
- Bozóki S. (2006). Súlyozás páros összehasonlítással és értékelés hasznossági függvényekkel a többszempontú döntési feladatokban. PhD doktori értekezés, Budapest, 38-39.
- Ferencsik I. (2000). Mezőgazdasági területhasználati-térinformatikai modell kialakítása a Tisza-tó környékére. PhD doktori értekezés, Gödöllő, 59-60.
- Kindler J., Papp O. (1977). Komplex rendszerek vizsgálata, összemérési módszerek. Műszaki Könyvkiadó : Budapest, 41. 151-175.
- Lóczy D. (2002). Földértékelés, tájértékelés. Dialóg Campus Kiadó : Budapest-Pécs, 43. 109.
- Podmaniczky, L., Vogt, J., Schneller, K., Ángyán, J. (2005). Land suitability assessment methods for developing a European Land Information System for Agriculture and Environment (ELISA) Multifunctional Land Use (ed. Ülo Mander). Springer Verlag
- Thinh Xuan, N., Walcz, U., Schanze, J., Ferencsik, I., Göncz, A. (2004). GIS-based multiple criteria decision analysis and optimization for land suitability evaluation : J. Wittmann, R. Wieland (eds): Simulation in Umwelt - und Geowissenschaften. Shaker Verlag, 208-223.

Levelezési cím (*Corresponding author*)

Schneller Krisztián

Környezettudományi Doktori Iskola

2103, Gödöllő, Páter Károly út 1.

PhD School of Environmental Sciences

H-2103, Gödöllő, Páter Károly út 1.

Tel.: 36-20-522-2822

e-mail: ksneller@freemail.hu



A földhasználat optimalizálása fuzzy alapú modell segítségével

Honfi V.

Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Informatikai Tanszék.

ÖSSZEFOGLALÁS

A földhasználat okszerű tervezéséhez elengedhetetlen feltétel, hogy a vizsgált területről széles körben, pontos adatokkal rendelkezünk. Az elérhető adatainkat térinformatikai eszközök és módszerek segítségével csoportosíthatjuk, elemezhetjük és az optimális földhasználatra javaslatot tehetünk. Kidolgoztam egy modellt, amely egy terület értékeléséhez figyelembe veszi a terület lejtésszögét, amely befolyásolja a használat jellegét, ráfordítás igényét, valamint a terület aranykorona értékét, mely a termőföld minőségét értékeli. Az elkészített modell a talaj információk mellett fontos tényezőként veszi figyelembe a domborzati viszonyokat, kiegészítve azzal, hogy az alkalmasságot nem merev kategória értékekkel határozza meg, hanem fuzzy halmazok tagsági függvényeiként. Ezáltal nemcsak a kiválasztott növénytermesztési ágazatra való alkalmasság, hanem az alternatív használat lehetősége is vizsgálható. A vizsgálatot egy Somogy megyei mikro-térsgben végeztem el, az eredményeket a kritikus termelési színvonal figyelembe vételével 790 hektár nagyságú területen ellenőriztem.

kulcsszavak: földhasználat, fuzzy halmazok, modell számítás, GIS

ABSTRACT

Optimization of land usage with the support of fuzzy based model

V. Honfi,

University of Kaposvár, Faculty of Economic Science, Department of Information Technologie, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

Information can support us in finding the functions of the country, which we are in possession of about the examined territory. We can group and analyse our available data by the using GIS methods and devices, and can propose actions regarding to the country and land usage. We made a model which considers the slope angle of a territory influencing the type of usage and the gold crown value of a territory estimating the quality of the arable land. The model does not determine the suitability with rigid category values, but as fuzzy membership functions of fuzzy sets. Not only is the suitability of the chosen sector for the cultivation of plants examinable, but also possibilities for alternative usage. The examination was made on a micro-area of Somogy County. The results, based on the specific outputs regarded as the critical level of production, were checked on 790 hectares-sized plots.

(Keywords: land usage, fuzzy sets, model)

BEVEZETÉS

A vidékfejlesztés megvalósítása során fokozott hangsúlyt kell fektetni az adott térségben gazdasági szempontból is életképes, környezetbarát, fenntartható, technológiák és

földhasználati módok kialakítására. A földhasználat okszerű tervezéséhez elengedhetetlen feltétel, hogy ismerjük a terület ökológiai feltételeit, a használatot meghatározó korlátozó tényezőket, valamint a gazdálkodás ökonómiai, politikai és társadalmi környezetét. Ez feltételezi, hogy a vizsgált területről széles körben, pontos adatokkal rendelkezünk.

A területhasználatra vonatkozóan többféle előírással, ajánlással találkozhatunk (vidékfejlesztési tervek, törvények, környezetvédelmi programok), ám ezek között gyakran csak nehezen található összhang. Emiatt egy kiválasztott területről nehéz eldönteni, hogy milyen használati mód lenne az, ami az előírásoknak és a terület adottságainak egyaránt megfelel.

Térbeli döntési problémánál, sok különböző kritérium alapján kell a döntési alternatívák közül választani. Gyakran a kritériumok relatív fontossága is magában hordozza a bizonytalanságot, a döntés következményeire vonatkozóan. A tervezési és kiválasztási feladatok nehezen oldhatóak meg a térinformatikai rendszerek standard eszközeivel. Ezért még diszkrét értékkel rendelkező bemenő adatok esetén is szükséges lehet matematikai modellek alkalmazása. A döntés bizonytalanságát, illetve ennek feloldására modell megalkotását, nem csak a kritériumok relatív fontossága indokolhatja, hanem nagyon gyakran, maga a vizsgálandó jelenség, a valós világ objektumai, azok változatossága, bonyolultsága is.

A Fuzzy-elmélet lehetőségekkel és tagság függvényekkel dolgozik. A tagság függvények alkalmasak az átmenetek bemutatására, azaz lehetővé teszik, hogy az egyes kritérium értékek fokozatosan változzanak az egyik állapotból a másikba (*Zadeh, 1978*).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatom célterülete a balatoni üdülőkörzet háttértelepüléseihez tartozó, 3 község, Gamás, Somogybabod, Somogytúr külterülete. Tapasztalatom szerint sem a statisztikai, sem az ingatlan nyilvántartási adatok nem elég pontosak ahhoz, hogy stratégiai elemzéshez felhasználhatóak legyenek.

Kidolgoztam egy modellt, amely egy terület értékeléséhez a következő kritériumokat veszi figyelembe:

- A terület lejtésszögét, amely befolyásolja a használat jellegét (erdő, szántó...), ráfordítás igényét (művelés, gépi munka költsége hektáronként).
- A terület aranykorona értékét, mely a termőföld minőségét értékeli.

Az elkészített modell a talaj információk mellett fontos tényezőként veszi figyelembe a domborzati viszonyokat, kiegészítve azzal, hogy az alkalmasságot nem merev kategória értékekkel határozza meg, hanem fuzzy halmazok tagsági függvényeiként. Ezáltal nemcsak a kiválasztott növénytermesztési ágazatra való alkalmasság, hanem az alternatív használat lehetősége is vizsgálható. A terület jellemzőit (lejtésszög, AK érték, talajtípus) településenként adatbázisba rendeztem. Az egyes tulajdonságok, illetve az elemzés eredménye is a parcellákhoz kapcsolva jelennek meg, a kapcsoló szerepét az egyes parcellák egyedi azonosítója, a helyrajzi számuk látja el. Az elemzés eredményeként az egyes parcellák használatára kapunk javaslatokat.

A domborzati alkalmasság tagsági függvényeit a rendelkezésre álló irodalmi adatokra alapoztam. Figyelembe véve a *Nemzeti Agrár-környezetvédelmi Program*, a *Balaton törvény* ajánlásait, valamint *Vinczeffy (1995)* javaslatait, a lejtésszögre vonatkozó tagsági függvényeket az *1. ábrának* megfelelően határoztam meg.

1. ábra

A domborzati alkalmasság tagsági függvényei

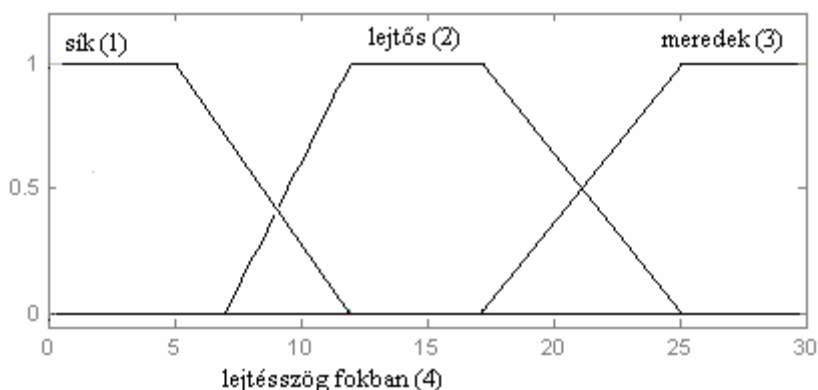


Figure 1: Fuzzy membership function of suitability of the terrain

Flat(1), Sloping(2), Steep(3), Slope angle in degrees(4)

Az ajánlások alapján a lejtésszögre vonatkozó tagsági függvények trapéz alakú függvényekként kerültek kialakításra:

- A sík területeket meghatározó tagsági függvény töréspontja 5 foknál van, a 12 foknál nagyobb lejtésszögű területek már semmilyen mértékben nem tartoznak a sík területek közé.
- A lejtős területek meghatározására szolgáló tagsági függvény a 7 és 12 fok közötti lejtésszögű területeket egyre nagyobb, míg a 17 és 25 fok közötti lejtésszögű területeket egyre kisebb mértékben sorolja a lejtős területek közé. A 12 és 17 fok lejtésszög közötti területek 100%-ban a lejtős területek kategóriájába kerültek besorolásra.
- A harmadik tagsági függvény a meredek területeket határozza meg. Egyre nagyobb mértékben meredek területnek tekintem a 17 foknál nagyobb lejtésszögű területeket. A 25 foknál nagyobb lejtésszögű területek teljes mértékben ebbe a kategóriába tartoznak.

A vizsgált települések külterületén található ingatlanokra vonatkozó átlagos aranykorona értéket az ingatlan nyilvántartás adataiból határoztam meg.

A területeket aranykorona (AK) értékük alapján három kategóriába soroltam be. A kategóriák elnevezésekor a köznapi nyelvhez közel álló, az alkalmasságot kifejező neveket kerestem, így „jó”, „közepes” és „gyenge” területeket különböztetek meg aszerint, hogy a vizsgált területnek milyen az aranykorona értéke. Mivel egyértelműen nem jelenthető ki például egy 11 átlagos AK értékű területről, hogy gyenge vagy jó terület, ezért a kategóriába tartozás mértékét eldöntendő, a vizsgált területen mezőgazdasági termelést folytató gazdálkodókat kértem meg arra, hogy mondjanak véleményt, mennyire tartanak jónak vagy gyengének egy adott AK értékű földet. A válaszok alapján a tagsági függvényeket a 2. ábrán látható módon határoztam meg.

2. ábra

Az Aranykorona érték alapján meghatározott alkalmasság tagsági függvényei

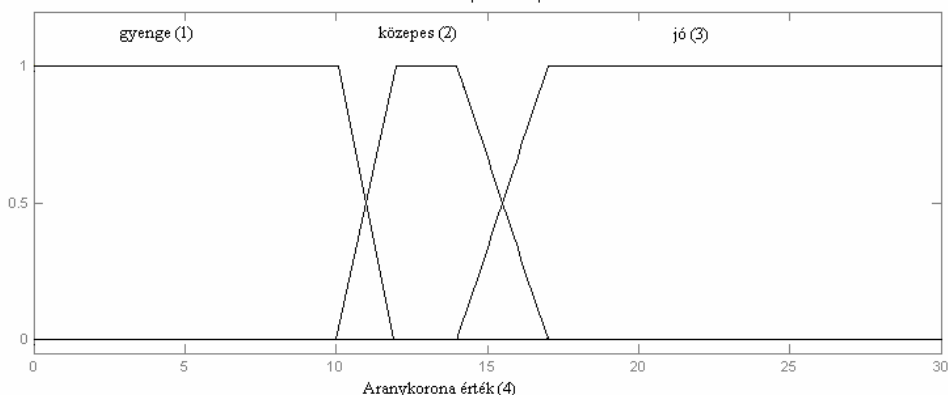


Figure 2: Fuzzy membership function of suitability determined on the basis of gold crown value

Weak(1), Medium(2), Good(3), Gold Crown Value(4)

Az aranykorona értékre vonatkozó tagsági függvények trapéz alakú függvényekként kerültek kialakításra:

- A „gyenge” tagsági függvény töréspontja 10 AK értéknél van, a 12 AK értéknél nagyobb értékű területek már nem tartoznak a gyenge területek közé.
- A „közepes” területek meghatározására szolgáló tagsági függvény töréspontjai 10, 12, 14 és 17 AK értékeknél vannak.
- A „jó” területeket meghatározó tagsági függvény töréspontjait: 14 és 17 AK értékeknél alakítottam ki.

A számításhoz használt szabályok:

A fuzzy következtetési logika szabálybázisát a következő szabályokkal határoztam meg:

- | | |
|---|-----|
| HA AK_érték=jó ÉS lejtés=sík, AKKOR alkalmasság=szántó | (1) |
| HA AK_érték=közepes ÉS lejtés=lejtős, AKKOR alkalmasság=legelő | (2) |
| HA AK_érték=gyenge, AKKOR alkalmasság=erdő | (3) |
| HA lejtés=meredek, AKKOR alkalmasság=erdő | (4) |
| HA AK_érték=jó ÉS lejtés=lejtős, AKKOR alkalmasság=legelő | (5) |
| HA AK_érték=közepes ÉS lejtés=sík, AKKOR alkalmasság=legelő | (6) |

A döntéshozatalban a szabálybázis minden szabálya részt vesz, felhasználva a tagsági függvényeket és a bemenetekből nyert igazság értékeket. Egy-egy szabály kimeneti eredményének definiálására a „max-min” következtetési módot (Zadeh, 1965) alkalmaztam.

A várható output adatok

Az igazságértékek defuzzifikálását kimeneti tagsági függvények alapján végeztem el, a centroid módszer (Retter, 2002) alkalmazásával.

A kiértékeléshez szükséges kimeneti tagsági függvényeket a következők szerint határoztam meg:

- Erdő telepítésre javasolt területeket meghatározó tagsági függvény töréspontja 0,3 alkalmassági értéknél van, a 0,4 értéknél nagyobb értékű területek már nem tartoznak az erdő területek közé.
- A gyepterületek meghatározására szolgáló tagsági függvény töréspontjai 0,3; 0,4; 0,5 és 0,6 alkalmassági értékeknél vannak.
- A szántónak alkalmas területeket meghatározó tagsági függvény töréspontjait: 0,5 és 0,6 alkalmassági értékeknél alakítottam ki.

A kiértékeléshez használt kimeneti tagsági függvényeket mutatja a 3. ábra.

3. ábra

A kimeneti tagsági függvények és az alkalmasság kategóriák

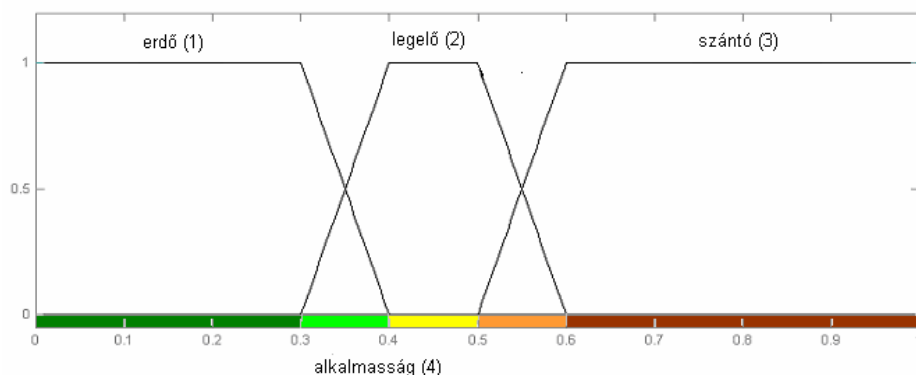


Figure 3: Output fuzzy membership function and suitability categories

Forest(1), Pasture(2), Plough-Land(3), Suitability(4)

A modell kimenete megadja az egyes AK érték és lejtésszög érték párokra a mezőgazdasági alkalmasság fenti szabályok szerint számított értékét.

Az AK érték a vizsgált területen 0 és 30 közötti értékeket vehet fel, míg a lejtésszög 0 és 30 fok között változhat.

A konkrét számításhoz használt lejtésszög illetve aranykorona értéket, mint bemeneti változókat kell megadni. Ezek a helyrajzi számhoz rendelve egy szöveges állományban rendelkezésre állnak. Ez a szöveges állomány kerül beolvasásra egy MATLAB szoftverben megírt úgynevezett M állományba, mely a kiértékelést végzi. A kimeneti értékek pedig visszakerülnek egy másik szöveges állományba.

A fuzzy következtetési logika alkalmazásával azt vizsgálom meg, hogy a fenti kritériumok és szabályok figyelembevételével, hogyan alakul a térségben a terület-használat, milyen annak várható szerkezete, mekkora lehet a potenciális legelőterület.

Az eredmények ellenőrzése

Mivel az eredmények ellenőrzéséhez korábbi vizsgálatok nem álltak rendelkezésemre, ezért új megoldást kellett találnom a modell helyességének bizonyításához.

Egy a Gamás községhez tartozó, 790 ha nagyságú területet művelő gazda rendelkezésemre bocsátotta táblatörzskönyveit. A táblatörzskönyvek tartalmazták 2000-tól 2005-ig terjedő időszakra, az egyes mezőgazdasági parcellák hasznosítási módját, valamint az egyes növények hozamait is.

A táblák talajtípusának ismeretében (mely adatok digitális térképi információként rendelkezésemre álltak), a *Buzás et al. (1979)* kiadványban közölt termésszint határok alapján, minden évben meghatároztam, hogy az adott tábla melyik kategóriába tartozik. A gazdák szóbeli közlése szerint, az ellenőrzésre használt területen, kukorica esetén 6,5 t/ha, búza termelésekor 4,5 t/ha, tavaszi árpa esetén pedig 3,5 t/ha az a fajlagos hozam, mely a kritikus termelési színvonalnak tekinthető.

Így kijelölhetőek azok a területek, melyeknél a szántó művelési ág jövedelmezően fenntartható, és azok is, amelyeknél művelési ág váltása indokolt (5. ábra).

A modellszámítás helyessége megítélhető, a kétféle módon kapott eredmény egyezősége illetve különbsége alapján.

A térképi adatokat a Balaton-Park 2000. Környezetvédelmi Szolgáltató KHT. bocsátotta a rendelkezésemre.

Az elemzéshez az AutoDesk Map 3D 2006 térinformatikai szoftvert, a MatLab matematikai programcsomagot, az Acces adatbáziskezelőt és az Excel táblázatkezelőt használtam.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A potenciális gyepterületek nagyságát az általam összeállított, a területi adottságokat figyelembe vevő modell segítségével becsültem meg.

A kimeneti tagsági függvények alakulása szerint a területeket 5 kategóriába soroltam. Ahol a kategóriák között átfedés van, ott nem ad a modell határozott választ, hanem meghagyja a döntési lehetőséget a gazdálkodónak.

A kategóriahatárok a következőképpen alakulnak:

- HA alkalmasság $\leq 0,3$, AKKOR erdő,
- HA alkalmasság $> 0,3$ ÉS alkalmasság $< 0,4$, akkor bizonytalan,
- HA alkalmasság $\geq 0,4$ ÉS alkalmasság $\leq 0,5$, akkor legelő,
- HA alkalmasság $> 0,5$ ÉS alkalmasság $< 0,6$, akkor bizonytalan,
- HA alkalmasság $\geq 0,6$, akkor szántó.

Így például a 11 foknál kisebb lejtésszögű, de legalább 15 aranykorona értékű földek kerültek szántó kategóriába.

A lejtőszög és aranykorona érték párok alapján a fuzzy modell segítségével, mindegyik parcellára elvégeztem a kiértékelést. A kiértékelés során, mindegyik parcellára egy számértéket, az alkalmasság értéket állította elő az eljárás.

A fenti szabályok szerint kategóriákba sorolt parcellákat a települések külterületi vektoros térképén ábrázoltam. A modellel végzett számításaim alapján az optimális területhasználat alakulását Gamás község külterületén az 4. ábra mutatja.

A jelenleg szántónak használt és jövedelmező termelésre alkalmasnak talált területek a modell által végzett számítások alapján is szántó kategóriába kerültek besorolásra. Ez alól egyedüli kivétel a település külterületének keleti oldalán a gamási bekötőúttal szemben található terület, mely a modellel végzett számítások szerint gyepterületnek alkalmasabb. A hozamok alapján és modell által is szántó művelésre alkalmasnak minősített területek között Gamás község külterületén nagyarányú egyezőséget figyelhetünk meg.

4. ábra

Az optimális területhasználat Gamás község külterületén

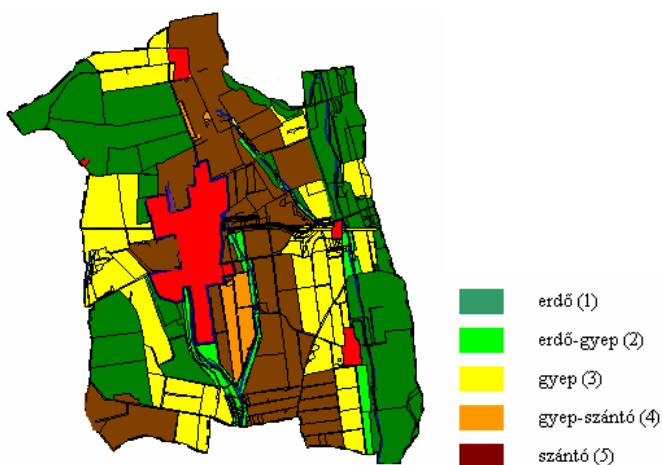


Figure 4: Optimal territory usage in outer of Gamás village

Forest(1), Forest-Pasture(2), Pasture(3), Pasture-Plough-Land(4), Plough-Land(5)

5. ábra

Az ellenőrzésre használt terület Gamás község külterületén

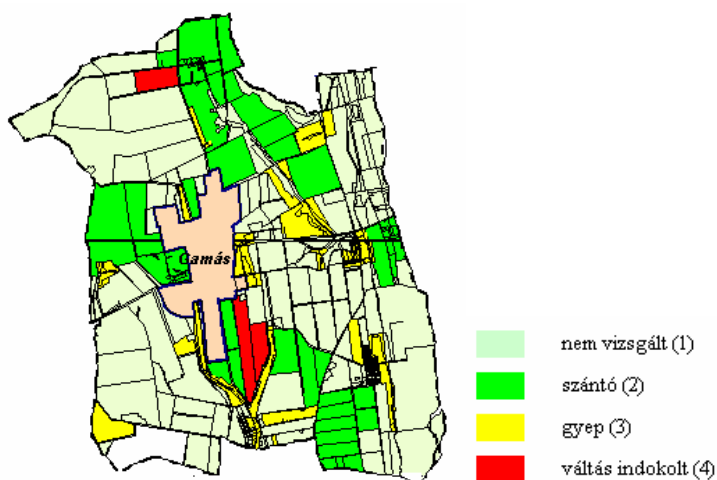


Figure 5: The territory used for check in outer areas of Gamás village

Not examined(1), Plough-land(2), Pasture(3), Must change(4)

A modell használhatóságát támasztja alá, hogy a hozamok alapján művelési ág váltásra kijelölt két parcella a számítás alapján gyepterületként is használható. A harmadik parcella pedig egyértelműen a gyepterület művelési ágba került besorolásra.

Térinformatikai szoftver segítségével könnyen összesíthető a gyepterületek becslés nagysága az egyes községek külterületén (1. táblázat).

1. táblázat

A gyepterületek modell által becslés nagysága

Település (1)	Mezőgazdasági terület (ha) (KSH) (2)	Becslés gyepterület (ha) (3)	%
Gamás	1768,38	597,53	33,8
Somogybabod	1465,49	275,51	18,8
Somogytúr	2499,92	947,46	37,9
Összesen	5733,79	1820,5	31,75

Table 1: The size of grass territories estimated by the model

Settlement(1), Agricultural territories(CSO)(2), Estimated grass territory(3)

A vizsgált mintaterületen 1820,5 ha alkalmas gyepeként való művelésre. Az ingatlan nyilvántartási adatok szerint a vizsgált három község külterületén 2005-ben 428 ha gyepterület volt, a 2000. évi Általános Mezőgazdasági Összeírás szerint pedig mindössze 146 ha. A becslés területnagyságot legjobban az 1998-as SPOT felvételek felhasználásával készült CORINE felszínborítási adatbázis közelíti, mely 802 ha területet sorol a gyepek közé.

KÖVETKEZTETÉSEK

A gyepterületek lehetséges nagyságát sem a statisztika, sem pedig az ingatlan-nyilvántartási adatok felhasználásával nem lehet pontosan megbecsülni. Az ingatlan nyilvántartási adatok felhasználhatóságának korlátja, hogy a területhasználatra vonatkozó adatok gyakran nem a valós állapotot tükrözik. A nyilvántartás forrásaként szereplő tulajdoni lapok esetenként évtizedekkel korábbi állapotot rögzítenek. A statisztikai adatok felhasználhatóságának gátat szab, hogy az adatgyűjtés és a településszintre történő összesítés során vizsgálati szempontunkból az adatok legfontosabb tulajdonsága, az adat származási helye, a térbelisége veszik el. Erre a feladatra térinformatikai módszerek alkalmasabbak.

A kidolgozott modell kis változtatással alkalmazható lehet más területek földhasználatának tervezésére. Az adott területre jellemző alapadatok (aranykorona értékek, lejtőszög ismerete, talajtípus, korábbi évekre vonatkozó hozam adatok) megadása után becsülhető a területhasználat alakulása. A fuzzy következtetési modellt a gyakorlatban is alkalmazni lehet egy-egy parcella mezőgazdasági alkalmasságának meghatározására.

A modell kísérlet eredményei ugyan biztatóak, de finomításához, és alkalmasságának pontosabb megítéléséhez nagyobb területeken elvégzett számítások szükségesek.

Nehézséget okozott az elemzések elvégzése során a szükséges adatok beszerzése, illetve a megfelelő térképi adatforrások elérése.

A terület adottságainak megfelelő hasznosítás mellett a modellszámítás alapján az extenzív technológiák elterjedése, illetve azok fejlesztése indokolt a vizsgált térségben.

IRODALOM

- Buzás I., Fekete A., Buzás I-né., Csengeri P-né., Kovács A-né (szerk.) (1979). A műtrágyázás irányelvei és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi És Agrokémiai Központ. Budapest. 16-22.
- Retter Gy. (2002). Fuzzy, neurális, genetikus módszerek. In: Fuzzy rendszerek. BME Oktatási segédlet.
- Vinczeff I. (1995). Legelő és gyepgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó : Budapest.
- Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. Informat. Control, 8. 338-353.
- Zadeh L.A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. In: Fuzzy Sets and Systems. 3-28
<http://www.nakp.hu>
2000. évi CXII. Törvény a Balaton Kiemelt Üdülőkörzet Terület-rendezési Tervének elfogadásáról és a Balatoni Területrendezési Szabályzat megállapításáról

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Honfi Vid

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Informatika Tanszék
7401, Kaposvár, Pf. 16.

University of Kaposvár, Faculty of Economic Science

Department of Information Technologie

H-7401, Kaposvár, POB 16.

Tel.: 36-82-350-954

e-mail: honfi@matinf.gtk.u-kaposvar.hu



Táblatörzskönyvi adatok rendszerezése a területalapú támogatásokhoz egy gazdakör esetén

Bónai A.

Kaposvári Egyetem, Élettani- és Állathigiéniai Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az informatikai gyakorlatom idejét egy gazdakörnél töltöttem, amely szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozik megközelítőleg 2000 ha szántóföldön (kb.80 db földterület). Az Európai Unióhoz való csatlakozást követően a mezőgazdasági parcellák közül a legtöbbet beléptették a SAPS-, illetve az AKG- programba. Néhány területet egyik programba sem nevezték be, míg voltak olyanok, amelyeket mindkettőbe. A helyrajzi számos és a MEPAR nyilvántartás rendszere nem egyezik meg, tehát az egyes fizikai blokkok mérete is eltér a régi táblaméretektől. A nyilvántartási munkákat tovább nehezíti, hogy minden területnek legalább négy különböző nyilvántartási száma van. Az EU- s támogatások igényléséhez elengedhetetlenül fontos az egységes azonosítási rendszer. Nehéz a mezőgazdasági parcellák adatainak nyilvántartása, folyamatos vezetése. Az ebből adódó problémákat szerettem volna megoldani a 3 hónapos informatikai gyakorlatom során. A szükséges adatok egy használható rendszerbe való integrálását az Excel program segítségével valósítottam meg. A területeken elvégzett munkákat és azok időpontjait a korábban használt táblatörzskönyvi nyilvántartási rendszer alapján készített táblázatba jegyeztem be.

(Kulcsszavak: helyrajzi szám, nyilvántartási szám, mezőgazdasági parcella, táblatörzskönyv)

ABSTRACT

The systemization of field register's data to application for area based payment in case of an estate

A. Bónai

University of Kaposvár, H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

I stayed my informatical practice at an estate. It manages plough- land plant growing on 2000acres (app. 80 fields). After support to the European Union, the most of estate's areas was entrance to the Single Area Payment Scheme, and to the Agricultural Environmental Farming Program. Some of these fields were not entrance one of financial aid programs. Others were entrance both of them. The topographical number system is not as same as MEPAR system, so the proportions of parcels are different form the previous registry. Other problem is that every field has 4 identify number at least. Single area system is seriously important to require tenders of EU. Persistently manage and register items of agricultural parcels is a very difficult thing. I would like to solve these problems under my 3-month informatical practice. I integrated the necessary data to Excel table. The table conformation was similar to the previously used field register system. Field works and date was registered in table.

(Keywords: topographical number, registry number, agricultural parcel, field register)

BEVEZETÉS

Minden mezőgazdasági tevékenységet törvények és rendeletek szabályoznak Magyarországon. Ezek közül csupán kettőt említek meg.

Az 1994. évi LV. Törvény 68.§(1) „a földhasználó tartozik megőrizni minden, a talaj védelmével kapcsolatos beavatkozás és tevékenység dokumentációját, továbbá köteles külön jogszabály szerint táblatörzskönyvet vezetni”.

Hazánk mezőgazdaságának szabályozásában az Európai Unióhoz való csatlakozást követően számos módosítás történt. Az 1593/2000 Európa Tanács rendelete szerint a tagállamok számára 2005-től kötelezővé vált egy olyan rendszer üzemeltetése, amelyben a kérelemkezelés minden adata térinformatikai rendszerben kezelhető.

1997-től operatív szántóföldi Növény Monitoring (NÖVMON): termés előrejelzési, termésbecslési program feltérképezte az országot, és több éven keresztül kísérte figyelemmel a vetésterületek alakulását. Mindez megalapozta a MePAR létrehozásának feltételeit.

2000-ben az ország egész területét lefedő műholdas felvételsorozat készült. A MePAR (Mezőgazdasági Parcella Azonosító Rendszer) kiépítése nagymértékben támaszkodott ezekre a légi felvételekre, illetve a 2003-ra elkészült térképhelyes ortofotókra.

Az új rendszerben olyan összefüggő mezőgazdasági földterületet tekintenek mezőgazdasági parcellának, amelyen egyetlen termelő egyetlen növényfajt, vagy növényfajtat termeszt, beleértve a pihentetett és a mezőgazdasági területek erdősítési programjában résztvevő területeket is.

A FÖMI (Földmérési és Távérzékelési Intézet) munkatársai létrehozták a MePAR-t, amely megfelel az Európai Unió jogszabályoknak. A FÖMI- a Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal megbízásából 2004-óta végzi a rendszerben történő változások aktualizálását és felújítását.

Tehát a földterületek felosztása, valamint azok nyilvántartási rendszere változott meg. A probléma a régi és az új rendszer különbözőségéből adódott, hiszen a helyrajzi számos nyilvántartási rendszer, illetve a MePAR nem egyezik meg sem az időtartományokat, sem a táblaméreteket tekintve.

A régi nyilvántartási rendszer egy naptári évet vesz alapul. Az új rendszer ösztől-őszig kéri a táblán végzett munkák időpontjait és azok adatait.

Egy tábla az új nyilvántartási rendszer szerint több fizikai blokkból tevődik össze. A területhatárok is mások, mint korábban voltak. Ebből kifolyólag mások a parcellaméretek is.

Az egyes területek különböző nyilvántartási számot kaptak a különböző programokban. Az említett jelöléseken kívül a területeket ellátták saját használatra bevezetett sorszámos nyilvántartási számokkal is. Mindemellett a dolgozók a parcellák régi, illetve egyedi megnevezéseit használják.

Ezeknek a megnevezéseknek a használata megnehezíti a fizikai blokkok pontos azonosítását, amely viszont elengedhetetlenül fontos a - SAPS-os (Egységes Területalapú Támogatás, melyet Európai Mezőgazdasági Orientációs és Garancia Alap (EMOGA) garancia részlege finanszíroz, illetve AKGP-s (Agrár Környezet Gazdálkodási Program) - támogatási rendszerek igénybe vételéhez.

A gazdakör ugyan elnyerte a legtöbb terület esetében a támogatásokat, de nehézkes volt a nyilvántartási rendszer működtetése.

A gazdakör ügyvezető igazgatója a nyilvántartott területeik adatainak rendszerezését kívánta megvalósítani, annak érdekében, hogy a régi rendszer szerinti táblatörzskönyvi nyilvántartási rendszer adatai, illetve a terület alapú támogatásokhoz szükséges adatok könnyen kezelhetők, javíthatók és hozzáférhetők legyenek.

A Tudásközpont 2005 őszén kiírt pályázati felhívására jelentkeztem, és felvételt nyertem első körben. A három hónapos szakmai gyakorlati időmet a fent említett problémákkal küzdő gazdakörnél töltöttem.

A célom az volt, hogy megoldást keressek ezekre a nyilvántartással kapcsolatos problémákra.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A szántóföldi növénytermesztéssel foglalkozó gazdakör számára a szántóterületeken végzett munkálatok naprakész vezetése fontos adminisztrációs tevékenység, hiszen nélküle nem követhető és tervezhető a gazdálkodás.

Munkám megkezdésekor a táblatorzskönyvi nyilvántartást vettem alapul. A régi rendszerben egy oldal jelentett egy parcellát, valamint egy sor egy évet. Az oszlopokban a következőket rögzítették: helység, növényfaj, fajta, vetésterület, talaj-előkészítés, trágyázás, műtrágyázás, vegyszerezés, betakarítás. Az egyes munkálatok táblamérettől függően több napig is elhúzódhattak, illetve időjárástól függően többször vissza kellett térni az adott területekre. Az oszlopokban kerültek bejegyzésre a kezelések időpontjai, valamint néhány esetben egyéb adatok is. A vegyszerezés, illetve a műtrágyaszórás esetében a kijuttatott vegyszer mennyiségét, dózisát is be kellett jegyezni.

Ahhoz, hogy rendszerezhessem az adatokat, választanom kellett a táblázat-kezelő és az adatbázis-kezelő program - az Excel, illetve az Access - között. Egyszerű Access alkalmazás elkészítésével áttekinthetőbb, és felhasználóbarát kezelőfelület kialakítására is lehetőség nyílt volna. Az irodai dolgozók viszont nem rendelkeztek az alapfokú Access programozási ismeretekkel. Az Excel programot ezzel szemben már alkalmazták más feladatok megoldásánál, ezért azt választottam.

Az elkészített táblázatban feltüntettem az összes fizikai blokk adatait, azaz a 80 területhez tartozó 20-30 jellemző változót. Egy termelési év adatait egy munkalapon tüntettem fel. A fontos adatok tárolása és kezelése ebben a formában a vállalkozás számára kellő ideig, egyszerűen megoldható.

Az Excel program szűrési lehetőségeit nagyszerűen ki lehet használni, amikor például adott napon elvégzett munkálatokra vagyunk kíváncsiak vagy egy növényfajta vetésterületét kell meghatározni. A számunkra fontos adatokat rendszerezve láthatjuk a képernyőn néhány másodperc elteltével, amely meggyorsítja a sok esetben szükséges adatgyűjtés egyébként hosszadalmas munkafolyamatát.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Sikerült egy átláthatóbb, egyszerűen kezelhető és használható rendszert létrehozni, megkönnyítve ezzel az irodai dolgozók munkáját. A létrehozott adatbázis nagyobb mértékben bővíthető, mint amire adott esetben szüksége lehet a vállalkozásnak. Nem igényel speciális szoftvert a használata, a különböző adatok keresése sokkal gyorsabbá vált. Hosszú évekre, évtizedekre megoldható a nyilvántartási rendszer problémája, amennyiben folyamatosan rögzítik az újabb adatokat a rendszerbe. Ebből adódóan az adatok hosszú időre archiválhatók és bármikor lekérdezhetők több évre visszamenőleg (*1. ábra*).

Mivel a gazdakör bérelt földeket művel, a jövőben célszerű lenne feltüntetni a területek tulajdonosainak szerződési számát, a szerződéskötések időpontjai, tartamát, valamint a lejártát is. Ezzel a megoldással tovább lehetne bővíteni a rendszer felhasználhatóságát.

1. ábra

Az Excel program használat közben- egy szűrés megtekintése

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																
32																
33																
34																
35																
36																
37																
38																
39																
40																
41																
42																
43																
44																
45																

Figure 1: The Excel under using- to make a filtering

KÖVETKEZTETÉSEK

Egy új nyilvántartási rendszer bevezetése kezdetben mindig nehézségekbe ütközik. Az EU- s támogatási rendszerek - a régi rendszerhez hasonlóan - precíz nyilvántartást igényelnek, de más rendszerben, mint az korábban megszokott volt.

Az újfajta szemléletmód elsajátítása szükségessé válik, hiszen a pontatlan adatszolgáltatás szankciókat vonhat maga után. Kisebb vétség esetén pénzbüntetést, súlyos esetben akár a programból való kizárást is maga után vonhatja.

Aki versenyképes akar maradni, annak pályáznia kell, és aki pályázik annak be kell tartani az EU diktálta szabályokat.

A jövőben még inkább előtérbe fog kerülni a „papír nélküli” irodai munkavégzés, valamint az egyes pályázati lehetőségek kihasználása is. Elképzelhető, hogy a táblatörzskönyvi nyilvántartáshoz hasonló rendszerek kerülnek kiépítésre esetleg országos vagy nagyobb területek egységbe foglalásával.

A régi rendszerek korszerűsítését el kell végezni, ilyen vagy ehhez hasonló megoldásokkal.

IRODALOM

Nemzeti Vidékfejlesztési Terv az EMOGA Garanciarészleg Intézkedéseire, Magyarország, Végleges változat, Budapest, 2004. júl. 19.,
<http://www.agrarkamara.bekescsaba.hu/rendeletek/2004/nvt.pdf>
A MePAR-ról, <http://www.mepar.hu/mepar.html>
Területalapú támogatások, <http://www.fvm.hu/main.php?folderID=1697>
18/2005. (III. 18.) FVM rendelet,
<http://www.fvm.hu/main.php?folderID=1697&articleID=6432&ctag=articlelist&iid=1>
MePAR: az EMOGA területhez kötődő támogatásainak térinformatikai rendszere,
http://www.georgikon.hu/digkep/konf/Gn2004/mepar_fomi_2004.pdf

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Bónai András

7831, Pellérd, Szabadság utca 2/3

H-7831, Pellérd, Szabadság utca 2/3

e-mail: bonaiandras@gmail.hu



A mezőgazdasági vadkárt meghatározó tényezők vizsgálata a SEFAG Zrt. területén

Elblinger¹ E., Varga² Gy., Klingné Takács³ A., Barna⁴ R.

¹Kaposvári Egyetem, Alkalmazott Informatikai Szolgáltató Tudásközpont, Kaposvár, 7400 Guba Sándor út 40.

²SEFAG Zrt. Vadgazdálkodási Osztály 7400 Kaposvár, Bajcsy-Zs. u. 21.

³Kaposvári Egyetem, Alkalmazott Matematika és Fizika Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba Sándor út 40.

⁴Kaposvári Egyetem, Informatika Tanszék, Kaposvár, 7400 Guba Sándor út 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A vadgazdálkodás egyik legnagyobb problémája a nagy kiadásokat jelentő vadkár, amely 1994 óta országos szinten nő. Az elmúlt vadászati évben az országosan kifizetett összes vadkár több mint 1,6 milliárd Ft volt. Ennek közel 10%-át fizette Somogy megye legnagyobb vadgazdálkodója a SEFAG Zrt. Több irodalmi forrás szerint az erdei- és mezőgazdasági kár oka a túlszaporodott szarvas- és vaddisznóállomány. Ennek ellenére feltételezhető, hogy a vadkárt más tényezők is befolyásolják. Ezek vizsgálatát tűztük ki célul, a statisztika és az operáció kutatás módszereinek segítségével a SEFAG Zrt. Kaposvári és Zselici erdészeténél. Mindkét erdészetenél nőtt a vadkár összege, az esetek száma és a vadkár által kiesett termény mennyisége. A károsított parcellák mennyisége azonban a Kaposvári Erdészet esetében csökkenő tendenciát mutat. A vadkár esetek és a vadkár összege között szoros összefüggés van. Az egy hektárra vetített vadkár (q/ha, Ft/ha) a Kaposvári Erdészeténél nőtt, míg a Zselicinenél csökkenő tendenciát mutat. A parcellaméret nagyságát vizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy a vadkár esetek többsége az 5 hektárnál kisebb területekre esik, míg a vadkár összege és a kiesett termés mennyisége – erdészettől függően – a 10 hektár feletti területeken a legnagyobb. A parcellák nagysága az esetek számával ellentétes kapcsolatban van, a vadkár összegével közepes, míg a kiesett termény mennyiségével gyenge ellentétes kapcsolatot mutat.

(Kulcsszavak: vadkár, gímszarvas, vaddisznó)

ABSTRACT

Study of the determinative factors of agricultural game damage in the SEFAG Inc.

E. Elblinger¹, Gy. Varga², A. Klingné Takács³, R. Barna⁴

¹University of Kaposvár, Service Knowledge Center for Applied Information Technology, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor út 40.

²SEFAG Inc., Game Management Department, H-7400 Kaposvár, Bajcsy-Zs. u. 21.

³University of Kaposvár, Department of Mathematics and Physics, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor út 40.

⁴Kaposvári Egyetem, Department of Information Technology, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor út 40.

One of the biggest problems of game management is game damage which goes to great expense. It has been increasing since 1994 countrywide. In the last hunting year more than 1600 million HUF were paid nationwide for it. Nearly 10% of it was paid by the largest game manager company the SEFAG Inc. in Somogy county. According to various literary sources the reason of forest- and agricultural damage is the increasing number of deer and wild boar. In spite of it we suppose that game damage is influenced by other factors. We set

examining these factors as an aim with the help of the methods of statistic and operative research. We have the basic pieces of information from the data base of the two forestries of SEFAG Inc. In the two forestries the amount of game damage, the number of the cases and the amount of missing crop grew. The quantity of damaged fields shows a downward tendency in the case of Kaposvár Forestry. There is a strong connection between the game damage cases and the amount of game damage. Per capita the game damage rose in the Kaposvár Forestry while in Zselic Forestry it fell. Examining the measurement of the fields we came to the conclusion that in most cases the majority of game damage falls to the areas with less than 5 ha. While the amount of game damage and the missing crop – depending on the forestries – are the largest in the cases of the areas with more than 10 ha. There is an inverse relationship between the plot size and the number of the cases, a medium inverse relationship between the plot size and the amount of game damage and a weak inverse correlation between the plot size and the missing crops.

(Keywords: game damage, red deer, wild board)

BEVEZETÉS

Napjaink vadgazdálkodásának egyik legnagyobb problémája a vadkár nagyarányú jelenléte a költségvetésben, melynek mértéke 1994 óta országos szinten folyamatosan nő (Szemethy és Bleier, 2004), az elmúlt vadászati szezonban az éves vadkár növekedése 24 millió Ft volt. A kifizetett összes vadkár meghaladta az 1,6 milliárd Ft-ot, mely az összes bevételnek és az összes kiadásnak is közel 11,6%-a.

Az infláció mértékét is figyelembe véve a mezőgazdasági vadkár az elmúlt 20 évben nőtt. Ennek oka a vadlétszám növekedésével, a birtokméret és a birtokosok számának jelentős növekedésével, a mezőgazdaság jövedelmezőségének folyamatos csökkenésével hozható összefüggésbe (Klátyik, 2003).

A vadkárnak két nagy területe van: az erdészeti- és a mezőgazdasági vadkár. A kettő közül nagyságrenddel magasabb számot képvisel az utóbbi, mely az összes kifizetett vadkár 89%-át adja. Hazánkban öt megye (Vas, Zala, Baranya, Tolna, Somogy) emelkedik ki a vadkárral sújtott területek közül, amelyek közt Somogy az első helyen van (Országos Vadgazdálkodási Adattár, 2005). A megye legnagyobb vadgazdálkodója a SEFAG Zrt., mely országos szinten az összes vadkár közel 10%-át fizeti ki (SEFAG Zrt. Vadgazdálkodási Osztály, 2005).

Több irodalmi forrás szerint (Nádas, 2003; Katona, 2003) az erdei- és mezőgazdasági kár oka a túlszorodott szarvas- és vaddisznóállomány. Ennek ellenére feltételezhető, hogy a vadkárt más tényezők is befolyásolják (Bleier, 2004), melyek vizsgálatát célul tűztük ki.

Erre a problémára megoldást kell keresni. Ennek első lépése lehet a probléma forrásainak felkutatása, vagyis a vadkárt befolyásoló tényezők megnevezése, valamint ezek egymással és a vadkárral való összefüggéseinek vizsgálata. Magyarország vadkárral leginkább sújtott területei Somogy megyében vannak, ezért itt vizsgáltuk a vadkár jellemzőit.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálati terület bemutatása:

A SEFAG Zrt. területe 8 erdőgazdasági tájra osztható fel melyek kialakítása a természeti, földrajzi, talajtani jellemzők alapján történt. Területére jellemző a 27,5%-os erdősültség, mely az országos átlag felett van.

A SEFAG Zrt. mintegy 128 672 hektáron, 7 vadászterületen folytat vadgazdálkodást. Az éves nagyvadlelvései feladata (gímszarvas, dāmivad, őz, vaddisznó) meghaladja a 8 400 db-ot (*Vadgazdálkodási Osztály*, 2005).

Vizsgálataink a Zselicségben található Kaposvári- és Zselici Erdészet területére terjedtek ki. A Kaposvári Erdészet területe 7.719 hektár, mind domborzati, mind pedig területi szempontból a SEFAG Zrt. legtagoltabb erdészete, a Zselici Erdészet pedig a legnagyobb összefüggő erdőterületen (9.893 ha-on) gazdálkodik (www.sefag.hu). A két erdészet vadkár adatainak vizsgálata több okból is célszerű. Az egyik az, hogy a területük közel hasonló nagyságú. A másik ok az úgynevezett szegélyhatásból adódik. Eszerint ugyanis az erdők egy kilométeres körzete a leginkább vadkárveszélyes terület. A Zselici Erdészet által kezelt erdők egy nagy tömböt alkotnak, míg a Kaposvári Erdészet erdeit több részre osztják a köztük ékelt mezőgazdasági és egyéb területek. Az előbbi esetben kisebb, az utóbbiában pedig nagyobb mértékben érvényesül a szegélyhatás, ennek következtében a vadkáradatok között is lehetnek jelentős eltérések. A statisztikai módszerekkel ez az összefüggés közvetlenül nem, csak térinformatikai módszerekkel vizsgálható.

1. táblázat:

A vadkárral kapcsolatos főbb adatok a SEFAG Zrt. két erdészeténél

	Kaposvári Erdészet (6)	Zselici Erdészet (7)
Vadkár összege (Ft) (1)	57 132 390	48 966 216
Kiesett termény (q) (2)	33 845	17 506
Károsított táblák (ha) (3)	2 297,5	3 572
Esetek száma (db) (4)	589	317
Községhatár (db) (5)	11	14

Table 1: Main data in connection with game damage in the two forestries of SEFAG Inc.

Total game damage (Ft)(1), Missing crop(2), Damaged field(3), Game damage cases(4), The border of the settlement(5), Forestry of Kaposvár(6), Forestry of Zselic(7)

Az adatok feldolgozása:

A két erdészet vadkárral kapcsolatos adatait az 1999 és 2005 közötti időszakban kiállított vadkárbecslési jegyzőkönyvek alapján gyűjtöttük. A dokumentumokból származó adatok közül rögzítettük a községhatárokat, az egyes parcellákon keletkezett vadkár összegét (Ft), kiesett termény mennyiségét (q), parcellák méretét (ha) (*1.táblázat*), valamint az állomány hasznosítási adatokat gímszarvas és vaddisznó vonatkozásában. Az adatokat egyszerű leíró statisztikával, korreláció analízissel és módosított normál lineáris programozási feladat segítségével elemeztük. A két erdészetre vonatkozó trendeket is jellemeztük minden adat tekintetében.

A korrelációanalízist az adatok változásai közötti összefüggések vizsgálatára használtuk fel, a két erdészetre vonatkozóan. Az eredményekben közölt korrelációs együtthatók esetén az első a Kaposvári- a második a Zselici Erdészetre vonatkozik.

Az elemzésekhez az Excel táblázatkezelőt használtuk.

A módosított normál lineáris programozási feladatban –ismerve a korlátozó feltételeket- a vadkárt, mint célfüggvényt minimalizáltuk. A korlátozó feltételeket a bejelentett vadkárok alapján alkottuk meg, felhasználva azt, hogy az elejtett vad terítékéből lehet a legmegbízhatóbban következtetni a vadállomány nagyságára. A

célfüggvényt így a 2005-ben elejtett vadlétszám arányában állítottuk fel. X1-gyel jelöltük a vaddisznó-, X2-vel a gímszarvas által okozott mezőgazdasági fajlagos vadkárt (q/ha). Feltételeztük, hogy egyforma mértékű kárt okozott mindkét vadfaj. A lineáris programozási feladatot az Excel Solver segítségével oldottuk meg.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A bejelentett vadkár után kifizetett összegek mértéke mindkét erdészetnél nő, melyet a trendvonalak is mutatnak (1. ábra).

1. ábra:

A vadkár változása a SEFAG Zrt. vizsgált erdészeteinél (1999- 2005)

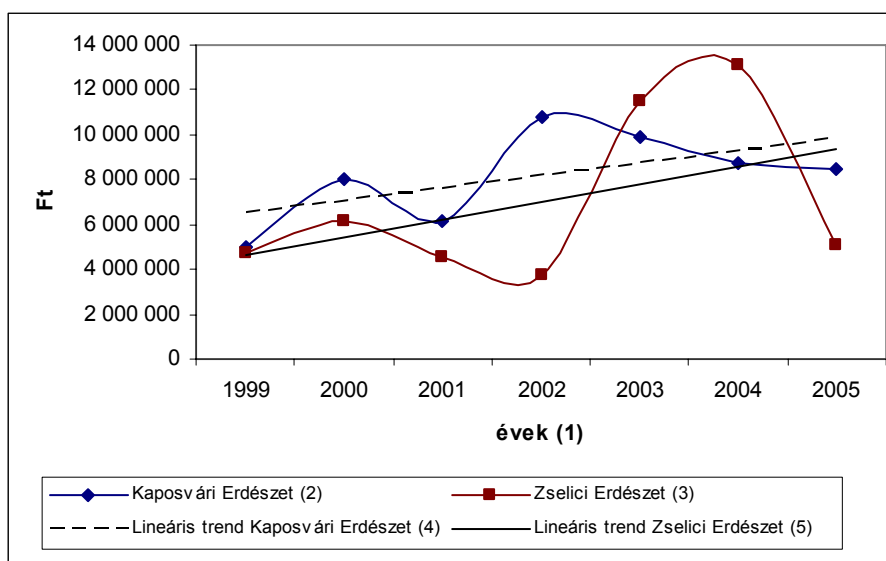


Figure 1.: Game damage changes in the two forestries of SEFAG Inc. between 1999 and 2005

Years(1), Kaposvár Forestry(2), Zselic Forestry(3), Linear trend of Kaposvár Forestry(4), Linear trend of Zselic Forestry(5)

A felmért területek mennyisége nem követi ezt a trendet, ugyanis a Kaposvári Erdészetnél ennek ellenkezője figyelhető meg (2. ábra). Ez nem jelenti azt, hogy a itt kevesebben jelentették be a vadkárt, a vadkárbecslési eljárás alá vont terület nagysága inkább a kukorica vetésterületével van összefüggésben. Ezt bizonyítja az is, hogy a legnagyobb vadkár a kukorica kultúrákban jelentkezik mindkét erdészetnél. A Zselici Erdészetnél 64%-ban, míg a Kaposvári Erdészetnél jóval nagyobb arányban, 92%-ban keletkezik a vadkár a kukoricásokban. Ez a magas hányad részben a vad viselkedési, táplálkozás szokásaiból, részben a megyére jellemző kukorica vetésterületének növekedéséből adódik (FVM, 2005).

A vadkárt és a felmért területeket összehasonlítva nem látunk egyértelmű összefüggést a két jellemző változása közt. A Zselici Erdészetnél az említett két jellemző követi egymás változását, ezzel ellentétben a Kaposvári Erdészetnél 2000-ben a legnagyobb a károsított területek mennyisége (ha), míg a vadkár összege 2002-ben képviseli a legmagasabb összeget.

2. ábra:

A felmért területek (ha) mennyiségi változása a vizsgált erdészeteknél (1999- 2005)

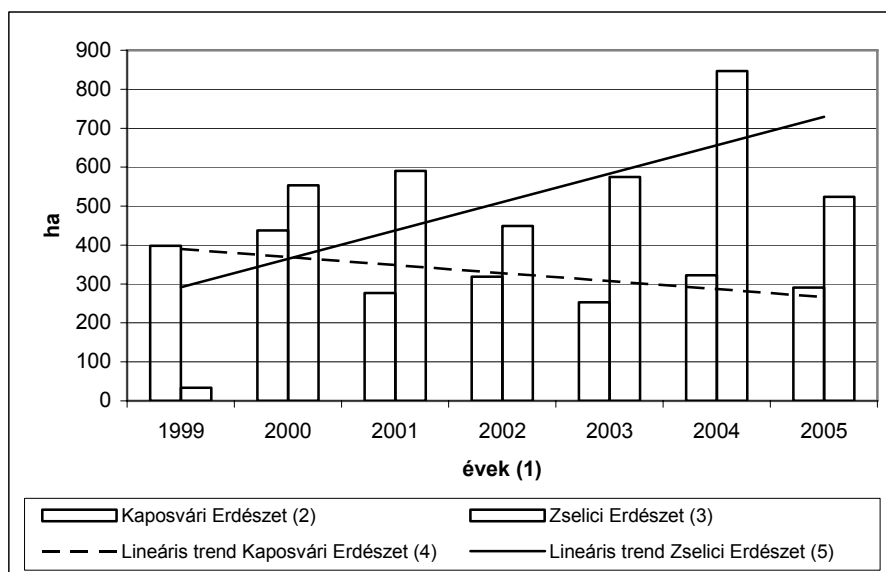


Figure 2.: The changes of the quantity of survied areas (ha) in the two examined forestries between 1999 and 2005

Years(1), Kaposvár Forestry(2), Zselic Forestry(3), Linear trend of Kaposvár Forestry(4), Linear trend of Zselic Forestry(5)

A vadkár esetek növekedése összhangban van a vadkár összegének változásával (3. ábra). Az előzőekkel párhuzamosan a kiesett termény mennyisége is nőtt (4. ábra). Feltűnő a Zselici Erdészet esetében a 2005. évi mutatók hirtelen csökkenése mind az összeg, a terület, az esetek száma és a kiesett terménymennyiség esetében. Ennek oka, hogy a SEFAG Zrt. elsősorban a vadkáros területeken vadászati lehetőséget biztosító megállapodásokat kötött nagyrészt a területen gazdálkodó termelőkkel, melynek értelmében a költségek, így a vadkár költségeinek átvállalása is a megállapodás tárgyát képezi.

A vadkár esetek és az összegek közti kapcsolat vizsgálata során végzett korreláció analízis szoros kapcsolatra mutatott rá ($r=0,74$, $r=0,82$). Az eddig bemutatott ábrák mind alátámasztják a vadkár összegének növekedését.

3. ábra:

A vadkár esetek alakulása a vizsgált erdészeteknél (1999-2005)

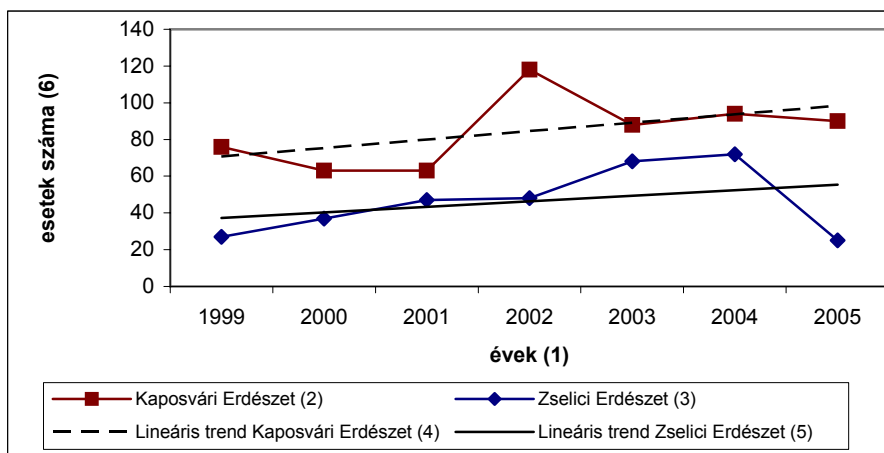


Figure 3.: Changes the number of game damage in the two examined forestries between 1999 and 2005

Years(1), Kaposvár Forestry(2), Zselic Forestry(3), Linear trend of Kaposvár Forestry(4), Linear trend of Zselic Forestry(5), Number of cases(6)

4. ábra:

A kiesett termés mennyisége (q) a vizsgált erdészetek területén (1999-2005)

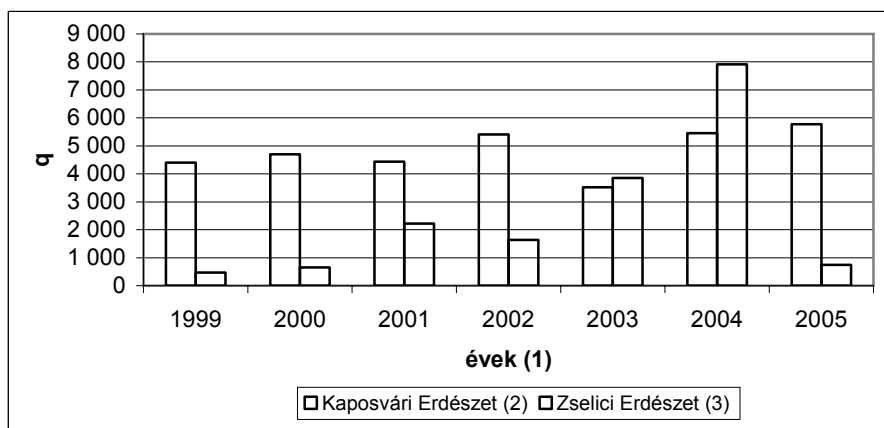


Figure 4: The quantity (q) of missing crop in the two examined forestries between 1999 and 2005

Years(1), Kaposvár Forestry(2), Zselic Forestry(3)

A fajlagos vadkár (1 hektárra jutó kiesett termény vagy vadkárösszeg) pontosabb képet adhat a vadkár reális változásáról. Az 1 hektárra jutó vadkár (Ft) mindkét erdészetnél 2003-ban a legmagasabb (5. ábra). Ennek oka feltételezhetően a magas felvásárlási ár. Ugyanis ebben az évben az egyéb jellemzők nem mutatnak kiugróan magas értéket egyik erdészet esetében sem. A q/ha mutatójának segítségével kiküszöbölhetjük felvásárlási ár hatását.

Az egységnyi területre eső vadkár (Ft/ha, q/ha) a Kaposvári Erdészetnél növekvő, míg a Zselici Erdészetnél ennek az ellenkezőjét figyelhetjük meg (5-6. ábra). Ennek okai az eltérő területi adottságokban keresendők. Ilyenek például a táblaméret, a vetésszerkezet évről évre történő változása.

A rendszerváltás után sok terület került magánkézbe a kárpótlások során, amellyel a nagyüzemi termelésből kivont területek elaprózódtak. Ennek hatása a vadkár megoszlásában is kimutatható mind az esetek mind az összeg tekintetében. Ennek vizsgálatára a károsított területeket kategóriákra osztottuk és ezek tekintetében vizsgáltuk a vadkár eloszlását. A vadkár összegének nagy része a Zselici Erdészet esetében a 10 és 20 hektár közötti területeken, míg a Kaposvárinál a 40 hektár feletti területeknél jelentkezik (7. ábra). A vadkárigényt nagyrészt a 0 és 5 hektár közötti területek tulajdonosai jelentik be (8. ábra). Utóbbi egy 66 hektáros területet jelent. Szintén ezekben az esetekben a legmagasabb a vad által elpusztított termény (9. ábra). A fajlagos kár (q/ha) és a parcellaméret kapcsolatának vizsgálata során láthatjuk, hogy a kisebb parcellákon nagyobb arányban keletkezik az 1 hektárra vetített vadkár (q) (10. ábra). A Kaposvári Erdészetnél látványosabb csökkenés mutatkozik.

5. ábra:

A fajlagos vadkár (Ft/ha) változása a két erdészetnél (1999-2005)

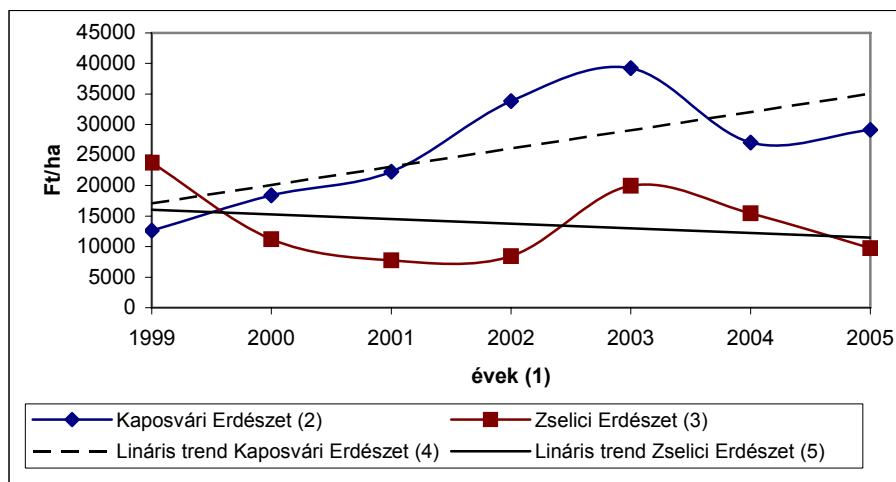


Figure 5.: Specific game damage (Ft/ha) changes in the two examined forestries between 1999 and 2005

Years(1), Kaposvár Forestry(2), Zselic Forestry(3), Linear trend of Kaposvár Forestry(4), Linear trend of Zselic Forestry(5)

6. ábra:

A fajlagos vadkár (q/ha) alakulása (1999-2005)

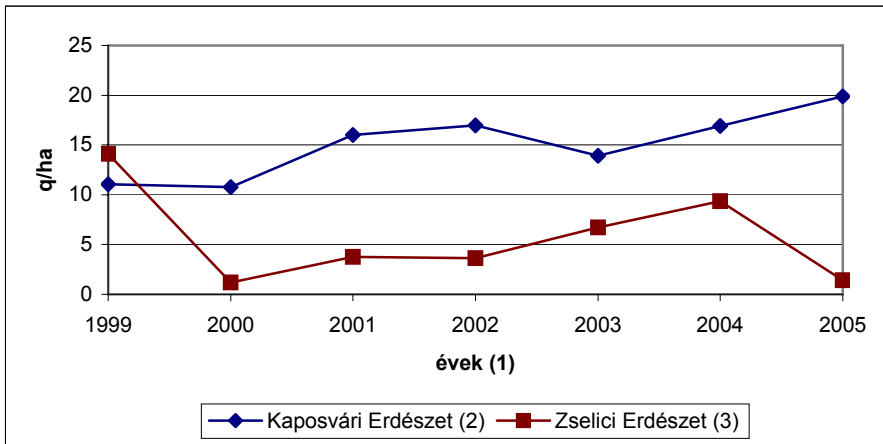


Figure 6.: Specific game damage (q/ha) changes in the two examined forestries between 1999 and 2005

Years(1), Kaposvár Forestry(2), Zselic Forestry(3)

7. ábra:

A vadkár összegének (Ft) változása a parcellaméret (ha) függvényében

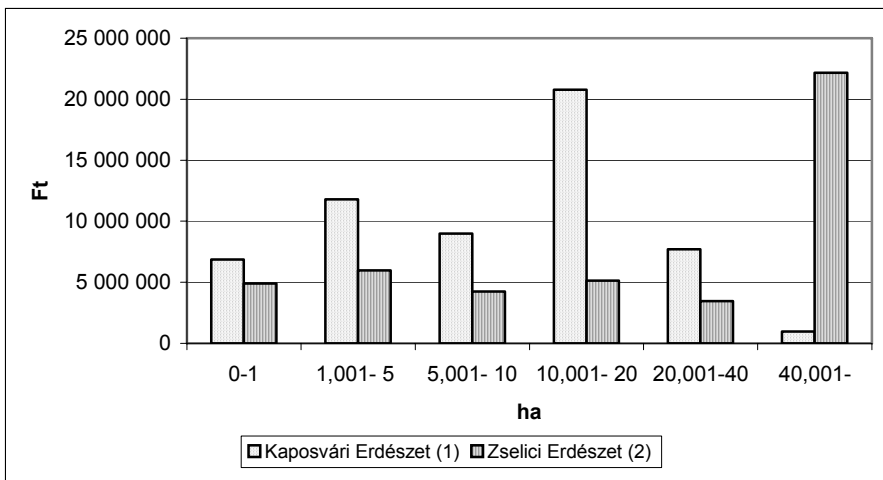


Figure7.: The changes of game damage (Ft) in relation to the plot size (ha)

Kaposvár Forestry(1), Zselic Forestry(2)

8. ábra:

A vadkár esetek száma a különböző méretű parcellákon (1999-2005)

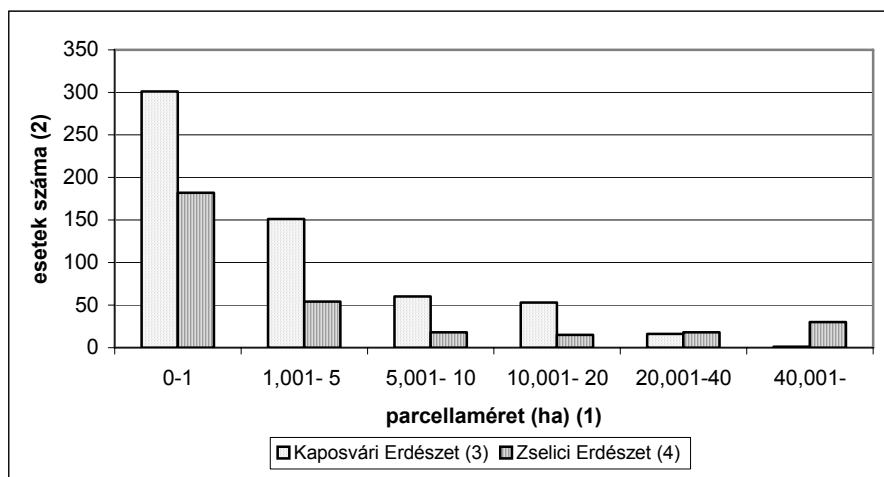


Figure 8.: The number of game damage on plots with different size

Plot size(1), Number of the cases(2), Kaposvár Forestry(3), Zselic Forestry(4)

9. ábra:

A kiesett mennyiségének (q) változása a parcellaméret függvényében

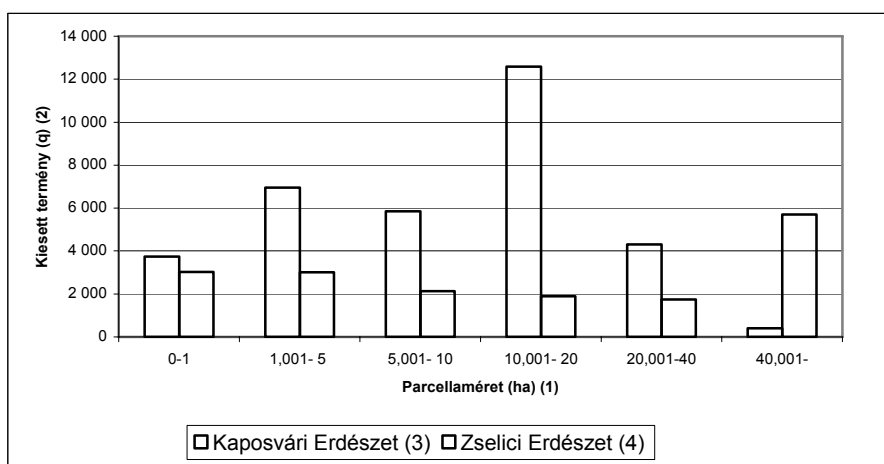


Figure 9.: The changes of missing crop (q) in relation to plot size

Plot size(1), Missing crop (q)(2) Kaposvár Forestry(3), Zselic Forestry(4)

10. ábra:

A fajlagos vadkár (q/ha) és a parcellaméret közti összefüggés

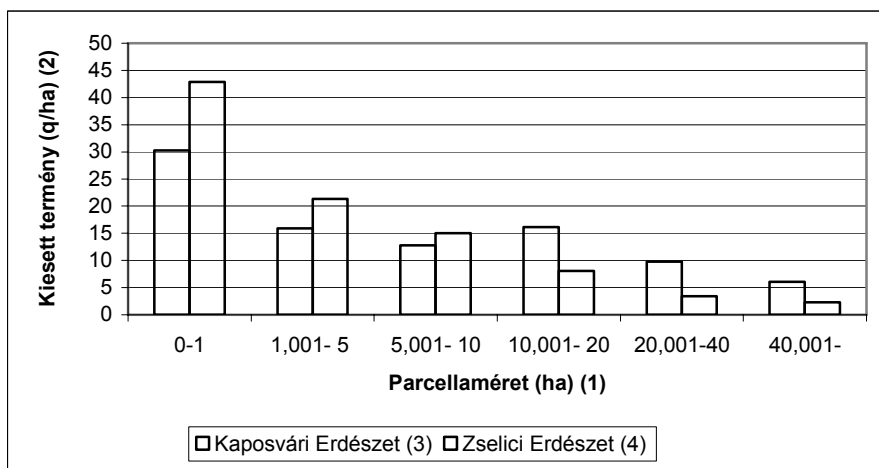


Figure 10.: Specific game damage (q/ha) in relation to plot size

Plot size(1) Game damage (q/ha)(1)

A parcellaméret a vadkár esetekkel ellentétes kapcsolatban van ($r = -0,91$; $r = -0,72$). A vadkár összeg és a parcellaméret együtthatója azonban eltér a két erdészetenél, míg a Kaposvári Erdészet esetén gyengén ellentétes, addig a Zselicinéél közepes összefüggést mutat ($r = -0,24$; $r = 0,59$). a kiesett termény mennyiségével pedig ellentétes a kapcsolata ($r = -0,76$; $r = -0,76$).

Általános vélemény szerint a vadkár többnyire a vadállomány növekedésének köszönhető. Ennek vizsgálatához szükség van a vadlétszám ismeretére, erre vonatkozóan azonban csak vadállomány becslési adatok állnak rendelkezésre, amelyek pontossága szakmai körökben is vitatott. Pontosabb képet kaphatunk, ha az előző évi terítékadatokat hasonlítjuk össze az adott év vadkárösszegével (11. ábra). A korrelációanalízis eredménye azonban nem támasztotta alá azt a feltételezést, amely szerint a növekvő vadállomány a fő oka a vadkár növekedésének. A két jellemző változása közötti együtthatók ezt nem bizonyítják ($r = 0,48$ $r = 0,03$), amely megegyezik korábbi vizsgálatok eredményeivel (Bleier, 2004)

A módosított normál lineáris programozási feladat segítségével megbecsültük, hogy a 2006-os évben mennyi lesz a minimális hektáronkénti vadkár (q/ha) az egyes erdészetenél. Ezt a módszert azért választottuk a számítás alapjául, mert a vad mennyisége és a vadkár között lineáris kapcsolat van. Majd meghatároztuk, hogy ez az érték milyen állományhasznosítási határértékek között nem változik jelentősen. Ehhez mindkét vadfaj kártételét azonos mértékűnek vettük. A Kaposvári Erdészetenél a becslült fajlagos vadkár 19,45 q/ha. Ez az érték akkor nem változik számottevően, ha a vaddisznó teríték 285 és 187, míg a gímszarvasé 66 és 100 között alakul.

A Zselici Erdészetenél a becslült, egységnyi területre jutó vadkár mennyisége jóval alacsonyabb értéket képvisel, 6,7 q/ha-t tesz ki. A terítéknagyság variálhatóságára vonatkozóan is változatosabb képet mutatnak az eredmények. Ezek szerint a vaddisznó

esetében nem növelhető a teríték nagysága, az 105 és 165 között változhat ahhoz, hogy a fajlagos vadkár 6,7 q/ha legyen. A gímszarvas esetében nem csökkenthető a teríték, ez 153 és 238 között változhat, hogy teljesüljön a becsült érték.

11. ábra:

A lőtt vad mennyiség és a vadkár (Ft) változása a vizsgált erdészeteknél

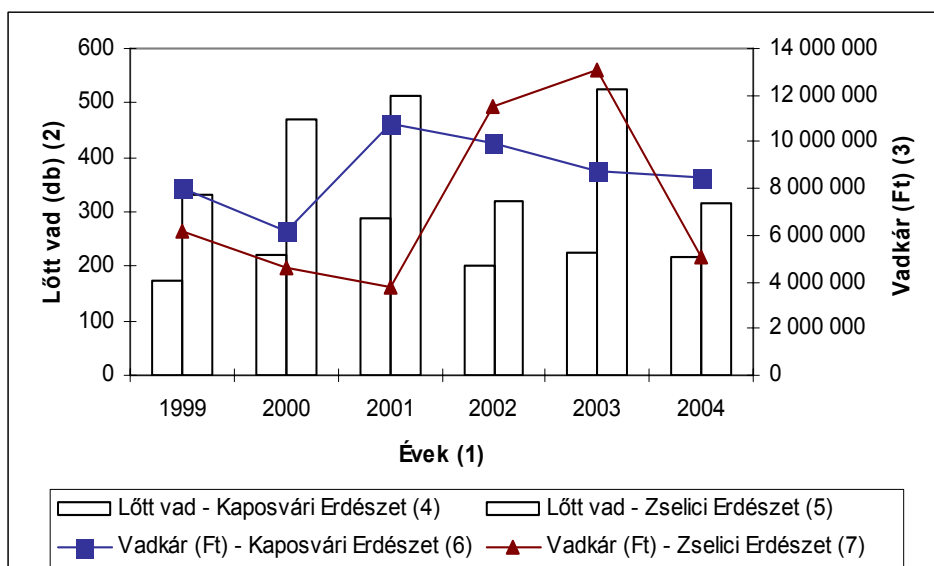


Figure 11.: The changes in bag size and the game damage in the two examined forestries between 1999 and 2004

Years(1), Bag size(2) Game damage(3), Bag size - Kaposvár Forestry(4), Bag size - Zselic Forestry(5) Game damage - Kaposvár Forestry(6), Game damage - Zselic Forestry(7)

Ezen eredmények számításba vételekor nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a vadkár (Ft) és a teríték alakulása között közepes erősségű lineáris kapcsolat van. Ezen kívül a pontos vadállományt nem ismerjük, csak arányosságot tételezünk fel a becsült és a valós állomány között.

KÖVETKEZTETÉSEK

Mindkét erdészetnél nőtt a vadkár összege, mely szorosan összefügg azzal is, hogy többen jelentettek be vadkárt.

A károsított parcellák mennyisége azonban a Kaposvári Erdészet esetében csökkenő tendenciát mutat. Az egy hektárra jutó vadkár (q/ha, Ft/ha) a Kaposvári Erdészetnél nőtt, míg a Zselicinél csökkenő tendenciát mutat.

Több kisparcellával rendelkező tulajdonos jelenti be a vadkárt, amely az összes vadkár értékének (Ft) 28%-át adja, míg a 10 és 20 ha közötti illetve a 40 ha feletti parcellákon a vadkár 48%-ot tesz ki.

A kisebb parcellákon jelentkezik az egységnyi területre vetített nagyobb vadkár (q/ha).

A vadkár és a teríték nagysága között közepes kapcsolat áll fent, amely azt bizonyítja, hogy nem csak a vadállomány következetes szabályozásával lehet a vadkárt csökkenteni.

Az elmúlt 7 év adataiból megbecsültük a következő évi 1 hektárra jutó kieső termést és ennek változatlanságához szükséges terítékhatárokat a vaddisznóra és a gímszarvasra vonatkozóan. A Zselici Erdészeti esetében a számítások eredményei szerint a vaddisznó teríték nem növelhető, míg a gímszarvasé igen.

Feltehető, hogy a területek elaprózódása, és sok esetben szándékos „vadkár termelés” is lehet az oka a vadkár növekedésének. Sokan remélnek jobb jövedelmet a hozzá nem értő, felületes gazdálkodás folytatásával a meg nem térülő termelés eredményeinek pótlására.

Véleményünk szerint érdemes több terület adatait összevetni, hogy tisztább képet kapjunk a vadkárt meghatározó tényezők természetéről.

IRODALOM

- Bleier N. (2004). A mezőgazdasági vadkár áttekintő értékelése Somogy megyében. Diploma dolgozat, Szent István Egyetem, Gödöllő, 47.
- FVM (2005). Somogy megyei mezőgazdasági adatok.
- Klátyik J.(2003): Nemzeti kincsünk a vad... INGA-V GSZI Kiadó : Pécs, 13-14.
- Katona K. (2003). Területváltás és a gímszarvas táplálkozásának jellegzetességei egy erdő- mezőgazdasági élőhelyegyüttesben. Diploma dolgozat, Szent István Egyetem, Gödöllő 36.
- Nádas J. (2003). Vadkárhelyzet, vadkár gondok Somogyban. I. In: A vadgazda. 2. 1. 26-27.
- Csányi S. (szerk.)(2006). Vadgazdálkodási adattár 2004/2005. vadászai év, Gödöllő
- Szemethy L., Bleier N. (2004): Tényleg csak létszám kérdése a vadkár?, In: Nimród, 92. 5. 21-23.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Barna Róbert

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Informatika Tanszék
7401, Kaposvár, Pf. 16.

University of Kaposvár, Faculty of Economic Science

Department of Information Technologie

H-7401, Kaposvár, POB 16.

Tel.: 36-82-505-950

e-mail: barna@matinf.gtk.u-kaposvar.hu



Korszerű anyajuh-nyilvántartás és értékelés hústermelő gazdaságokban

Rajczi¹ B., Toldi² Gy., Hornné³ Temesvári E.

¹Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, 7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Nagyállattenyésztési- és Termelési technológiai Tanszék; 7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.

³Családi gazdálkodó, 7477, Szenna, Kossuth L. u. 31.

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink folyamatosan fejlődő informatikai háttere lehetőséget nyújt a nagyállattartók számára, hogy az amúgy is egyre szigorodó egyed-nyilvántartási kötelezettségeiket ne átláthatatlan „papír rengetegbe”, hanem egyszerűen és gyorsan kezelhető elektronikus adatbázisokban vezessék. A korszerűsítés igénye gazdasági nagyállatfajaink közül leginkább a juhászatok esetében merül fel, hiszen minden szempontból ez az ágazat mondható a legextenzívebbnek. A fejlesztés folyamatának elősegítése érdekében kezdtük meg közös munkánkat egy, a Zselicségben található juhtenyésztő gazdaságban. Sikerült létrehozunk egy olyan könnyen kezelhető számítógépes nyilvántartást, amely egyszerűen és gyorsan kezelhető, ugyanakkor kellően részletes és átlátható. Kidolgoztunk továbbá a tenyészállatok halmozott teljesítményének értékelésére egy olyan szelekciós indexet, melyben a gazdaság számára fontos értékmérő tulajdonságok, jelentőségüknek megfelelő súllyal vehetők számításba. A tenyészállatok szelekciós index alapján történő rangsorolása lehetővé teszi a legjobb termelésű anyák kiválogatását, valamint biztosítja, hogy nőivarú bárányaik továbbtenyésztésre történő kiválasztása gyorsan és megbízhatóan történjen. Az alkalmazott eljárás ezen túlmenően megkönnyíti a gyenge termelésű egyedek selejtezését is. Annak ellenére, hogy a létrehozott nyilvántartás megfelel a korszerű anyajuh-nyilvántartási rendszerekkel szemben támasztott alapvető követelményeknek, még további informatikai fejlesztést igényel, továbbá ahhoz, hogy az anyajuhok besorolása és ez által a tenyész kiválasztás még pontosabb legyen, a szelekciós index is továbbfejlesztendő. Egyébiránt az értékelési rendszer jól adaptálható a különböző gazdaságok esetlegesen eltérő igényeihez, mivel tetszés szerint változtathatók a figyelembe vett mutatószámok súlyozási értékei, valamint kiegészíthetők más értékmérő tulajdonságokkal is.
(Kulcsszavak: juhágazat, elektronikus nyilvántartás, szelekció)

ABSTRACT

Modern ewe-registry and evaluation in meat productive farms

B. Rajczi¹, Gy. Toldi², E. Horn-Temesvári³

¹University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor u. 40.

²University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Department of Livestock Breeding and Technology of Production, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor u. 40.

³Farmer, Szenna, H-7477 Kossuth L. u. 31.

Due to the strict individual registry the livestock breeders need to have a simple and quick informatic database, which has considerable improved nowadays. Most of all the

sheep farming requires the modernisation since it is the most low-cost branch. The aim of our study was to help in this improvement. A sheep-farm of Zselic was used to establish an easy, useful moreover quite detailed and comprehensive informatical individual registry. To attain my goals a selection index were calculated for the evaluation of the life-long productivity of breeding animals. The breeding values were taken into account in this selection index depended on their importancy for the farmer. It makes the easy and quick and reliable selection of the breeding ewes and their female progenies as well as the culling of low productive ewes. Further informatical development is needed, however this established registry is suitable for the directives of modern ewes registry. To improve the accuracy of the ranging and the selection of the ewes the selection index has to be corrected. This evaluation system can be extended to other farms with even different demands because the account of the breeding values or the number of them are variable.

(Keywords: sheep farming, electronic registry, selection)

BEVEZETÉS

Napjaink folyamatosan fejlődő informatikai háttere lehetőséget nyújt a nagyállattartók számára, hogy az amúgy is egyre szigorodó egyed-nyilvántartási kötelezettségeiket ne átláthatatlan „papír rengetegbe”, hanem egyszerűen és gyorsan kezelhető elektronikus adatbázisokban vezessék. A korszerűsítés igénye gazdasági nagyállatfajaink közül leginkább a juhászatok esetében merül fel, hiszen minden szempontból ez az ágazat mondható a legextenzívebbnek. A juhtartóknak - néhány törzstenyészetet kivételével - sajnos nem áll rendelkezésükre egy olyan állomány nyilvántartási program, mint például a tejelő tehenészetek széles körben használt egységes telepírányítási rendszere.

A hiányosság megszüntetésére kezdtük el közös munkánkat, melynek célja az volt, hogy egy gyorsan és egyszerűen kezelhető, ugyanakkor kellően részletes számítógépes nyilvántartást hozzunk létre. Ezzel egyidejűleg szeretnénk volna továbbá a tenyészállatok teljesítményének értékelését is megoldani oly módon, hogy az valós, mérhető paraméterek alapján történjen, és a kitűzött tenyészcél elérését a leghatékonyabban segítse.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Munkánkat egy Somogy megyében található, Szenna településen működő családi gazdaságban végeztük. A gazdaság egy 40 hektáros bekerített, és szakaszosan kialakított gyepterületen folytat ökológiai állattartást. Az állatállományt 40 gímszarvas és 190 hústípusú anyajuh alkotja. A juhok egész éven át a szabadban tartózkodnak, így szervezetük sokkal ellenállóbb és edzettebb, mint istállózott társaiké. Az állatok takarmányozása a vegetációs periódusban a zöldnövényzetre, míg a téli időszakban kizárólag a saját termelésű szénára alapozott. A gazdaság által előállított termék a 4 hónapos átlag életkorban választott, úgynevezett „nagysúlyú” bárány. Ezek értékesítése 30-35 kilogrammos súlyban történik, kizárólag belföldi piacra. A gazdaság texel és charollais fajtájú kosokkal folytat váltogató keresztezést. Hogy miért épp ezek a fajták, és miért váltogatva kerülnek felhasználásra? A válasz egyszerű. A texel fajta jellegzetessége, hogy a lapockák és a hátsó combok kiválóan izmoltak, míg a charollais fajtára a hosszú gerinc, és ezzel összefüggésben a hosszú hátizom kedvező alakulása jellemző. Ezen értékes húsrészek a keresztezett utódokban jól kombinálódnak, így a gazdaság már jövőbelátó módon a kiváló minőségű (nagysúlyú) vágóbárány előállítására rendezkedett be. Sajnos nehézséget jelent ezeknél a nyugat-európában kitenyésztett

intenzív fajtáknál, hogy hazánk kontinentális éghajlatán akklimatizációs problémák léphetnek fel. Erre is kedvezően hat a keresztezés, mivel a heterózis hatás miatt, az utódok sokkal ellenállóbbak a kiindulási fajtákhoz képest.

Problémafelvetés

Mivel a gazdaság az évenként lezajlott ellésekkel kapcsolatos adminisztrációt nem egy helyre, hanem külön elletési naplókba vezette, így lassú és fáradtságos munka volt egy-egy anyajuh termeléséről valós és teljes képet kapni. További gondot jelentett, hogy a gazdaság nem rendelkezett egy olyan komplex, mérhető mutatószámmal, amely alapján az anyajuhok teljesítményének értékelése a tenyészcélnak legmegfelelőbben történhetett volna. Ezáltal a tenyészutánpótlásra történő bárán kiválasztás, illetve a tenyészállatok selejtezése nem kellően megalapozott szempontok alapján történt.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Számítógépes nyilvántartás

Az említett hiányosságok megszüntetésére igyekeztünk kialakítani egy olyan könnyen kezelhető számítógépes nyilvántartást, amelyben egyszerűen és gyorsan áttekinthető a teljes állományra vonatkozó adatbázis, abból a célból, hogy ne legyen szükséges több tíz oldalt átlapozni egy-egy tenyészállattal kapcsolatos információ eléréséhez. Az egyszerű és gyors kezelhetőség mellett arra is törekedtünk, hogy a nyilvántartás kellően részletes és jól átlátható legyen.

A létrehozott Microsoft Excel alapú nyilvántartás első oszlopában sorba rendezve az anyajuhok végleges fűlszámát tüntettük fel. A tenyészállatok adatbázison belüli keresése ezen azonosító jelzés segítségével történik. A nyilvántartás második oszlopa az anyajuhok báránkori fűlszámát tartalmazza, melynek feltüntetése a származásazonosítás miatt lényeges. A harmadik oszlop pedig az anyajuhok teljesítményét kifejező szelekciós indexek értékeit mutatja. E mutatószám tartalmi tényezőit illetve kiszámítási módját a későbbiekben ismertetjük.

Az egyedekre vonatkozó részletes adat-nyilvántartási táblázatokat, közvetlenül a végleges fűlszámot, a báránkori fűlszámot, és a szelekciós indexet tartalmazó sorok alatt helyeztük el. A tenyészállatokkal kapcsolatos részletes információkat tartalmazó sorokat a program által biztosított művelet segítségével „csoportba foglaltuk”, így azok tetszés szerint fel-le gördíthetők. Tehát alaphelyzetben csak a fent említett három jelzés látható, majd amennyiben a fűlszáma alapján megtaláltuk a keresett egyedet, úgy egy, a csoport jelzésre történő klikkeléssel megjelenik előttünk a részletes nyilvántartás. Ez a megoldás azt a célt szolgálja, hogy a nyilvántartásban történő keresés gyorsabb legyen.

A részletes adatnyilvántartásban rögzítettük a tenyészállat születési idejét, az évenkénti ellések pontos dátumát, az ellések alkalmával megszületett báránok ivaronkénti számát és báránkori fűlszámát. Létrehoztunk továbbá az ellésekkel, a báránokkal vagy az anyajuhval kapcsolatos szöveges információk feltüntetésére egy megjegyzés rovatot. Előbbiekben kívül a tenyészállat anyjának fűlszámát és szelekciós indexét is jeleztük, előbbit a származásazonosítás, utóbbit pedig a genetikai előrehaladás mérésének céljából (*1. táblázat*).

Az anyajuhok teljesítményének értékelése

A már említett szelekciós index egy olyan mutatószám, melyben a gazdaság számára fontos értékmérő tulajdonságok, jelentőségüknek megfelelő súllyal vehetők számításba. Ezáltal lehetővé válik az optimális tenyész kiválasztás és a szakmailag megalapozott selejtezés.

1. táblázat

Az anyajuhok egyedi adatnyilvántartásának szempontjai

Fül- szám (1)	Bárány- kori fűlszám (2)	Szelek- ciós index (3)								
4	2322	0,95								
			Születési idő (4) 2001.04.17.	Ellés (6)	Bárányok száma (7) (db)		Bárányok fűlszáma (8)		Választott tömeg (kg) (4 hónapr korrigált) (9)	az anyajuh anyjának fűlszáma (10): 78
			Megjegyzés (5)		kos	jerke	kos	jerke		az anyajuh anyjának szelekciós indexe (11): 0,85
				2006.04.16	1	1	6120	6121		
				2005.04.15	2	0	3881 3882			
				2003.04.12	0	1		2277		
			b. elpusztult	2002.04.10	1	0	5322			

Table 1: The sights of the ewe's individual registry

Identification number(1), Lamb-age identification number(2), Selection index(3), Date of birth(4), Comment(5), Date of lambing(6), Number of lambs(7), The identification numbers of lambs(8), Four months corrected weight(9), Identification number of the mother of the ewe(10), Selection index of the mother of the ewe(11)

Az értékmérő tulajdonságok közül a szaporaság döntő szerepet játszik a gazdaság működésében, mivel az elsődleges cél: a költségek és az élőmunka minimalizálása mellett, a lehető legnagyobb jövedelem elérése. Ezen törekvés függvényében az elléseket, a világrájött bárányok száma szerint értékeltük. Az 1-es ellésekhez a 0,5-es értéket rendeltük, mivel gazdaságilag ezek a legkedvezőtlenebbek, hiszen ebben az esetben csak egy bárányt tudunk értékesíteni anyánként. A második legalacsonyabb értéket a 3-as ikres ellések kapták. Jóllehet ezen elléseknél a világra jött bárányok száma három, azonban az anyajuhok nem képesek emberi beavatkozás nélkül ennyi utódot sikeresen felnevelni, tehát vagy el kell venni az alomból egy bárányt és azt mesterségesen felnevelni, vagy számolnunk kell azzal, hogy egy bárány nagy valószínűséggel elhullik. Előbbi az emberi munkaerő igényt növeli meg jelentősen, utóbbi pedig az anyánként értékesíthető báránytömegre hat negatívan. A gazdaság számára legkedvezőbbek a 2-es ikres ellések, mivel két bárányt az anyajuhok biztonsággal fel tudnak nevelni, és ez esetben nem kell számolni az előbb említett, nem kívánt tényezőkkel. Ezen ellésekhez az 1-es, vagyis a legmagasabb értéket rendeltük. Az értékmérő tulajdonságok közül a gazdaság számára, a szaporaság mellett, a hosszú hasznos élettartam is fontos, bár az előbbinél kisebb jelentőséggel bír. Ennek megfelelően a termelésben eltöltött évek számát megszoroztuk 0,05-dal. A kapott eredményt összeadtuk az évenkénti ellések értékeinek átlagával, és így megkaptuk egy-egy tenyészállat szelekciós indexét.

A tenyészállatok rangsorolása

A tenyészállatok rangsorolása úgy lehetséges, hogy a nyilvántartás első három oszlopát (végleges fűlszám, báránykori fűlszám, szelekciós index) át kell másolni az Excel egy

üres munkafüzetébe, majd a megfelelő művelet segítségével az Excel program elvégzi a szelekciós indexek szerinti rangsorolást (2. táblázat).

2. táblázat

Az anyajuhok szelekciós indexeik alapján történt rangsorolásának egy részlete

Fülszám (1)	Báránykori fülszám (2)	Szelekciós index (3)
69	2213	1,22
98	3445	1,22
624	2334	1,2
669	2389	1,2
630	2488	1,18
648	3457	1,15
914	3899	1,15
93	233	1,13
636	4566	1,13
915	327	1,13
111	2334	1,1
120	1228	1,1
126	3278	1,1
130	2678	1,1
912	2533	1,08
634	5467	1,06
10	2458	1,05

Table 2: A part of the ranking of the ewes by right of their selection index

Identification numbers(1), Lamb-age identification numbers(2), Selection indexes(3)

Attól függően, hogy mennyi jerkét célszerű tenyésztánpótlásra kiválasztani, a kapott rangsorolási lista és a nyilvántartás együttes használatával, a legjobb teljesítményű anyajuhok tárgyevi elléseiből kiválasztható a megfelelő számú nőivarú egyed. Amennyiben ismeretes, hogy az állomány hány százaléka selejtezendő, úgy egy gyors számolást követően lehetővé válik a kívánt számú anyajuh kiválasztása a lista utolsó egyedei közül. Természetesen ez alól kivételt jelentenek azok az állatok, amelyek teljesítményük alapján, a ranglistán előrébb tartózkodnak, de egyéb okok (pl.: szervi probléma) miatt kiemelésük az állományból indokolt.

KÖVETKEZTETÉSEK

Munkánk során igyekeztünk egy könnyen kezelhető, átlátható, ám mégis kellően részletes anyajuh-nyilvántartási és értékelési rendszert kialakítani. Az adatbázis felépítése és szempontjai megfelelnek a tevékenység színhelyét biztosító gazdaság igényeinek. Annak ellenére, hogy az ismertetett nyilvántartás megfelel a korszerű anyajuh-nyilvántartás főbb követelményeinek, még további informatikai fejlesztést igényel.

A szelekciós index kialakítása eredményes konstrukciónak bizonyult, mint komplex mutatószám alkalmas a tenézsállatok értékelésére. Jól adaptálható az egyes

gazdaságok esetlegesen eltérő igényeihez, mivel tetszés szerint változtathatók a figyelembe vett mutatószámok súlyozási faktorai, valamint kiegészíthetők más értékmérő tulajdonságokkal is. A szennai gazdaság esetében ahhoz, hogy az anyajuhok besorolása és ez által a tenyészkiválasztás még pontosabb legyen, a helyi szelekciós indexen további korrekció elvégzése szükséges. A kiegészítés megvalósítására az értékesítési időszakban nyílna lehetőség, mivel az anyajuhok értékelésénél indokolt a négy hónapra korrigált választott élőtömeget is figyelembe venni. Ezzel a módosítással nemcsak a szaporasággal kapcsolatos információk érvényesítése válik lehetővé a tenyésztési programban, hanem a nevelőképesség is, így összességében sokkal jobb hatások várható a szelekciótól.

A tenyészállatok szelekciós index szerinti rangsorolása lehetővé teszi a legjobb termelésű anyák kiválasztását, valamint biztosítja, hogy nőivarú bányáik továbbtenyésztésre történő kiválasztása gyorsan, egyszerűen és megbízhatóan történjen. Előbbiekben túlmenően garantált, hogy a gyenge termelésű egyedek selejtezése objektív, szakmai szempontok alapján történjen.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A vezető szerző ezúton szeretne köszönetet mondani konzulenseinek önzetlen és segítőkész támogatásukért!

Továbbá köszöni a Tudásközpont projekt munkatársainak, hogy biztosították számára a feladatok elvégzéséhez szükséges feltételeket!

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Rajczi Balázs

7400, Kaposvár, Búzavirág u. 36.

H-7400, Kaposvár, Búzavirág u. 36.

Tel.: 36-30-913-4786

e-mail: rajcziba@freemail.hu



Pontozásos (pályázat) rangsorolás továbbfejlesztése az utólagos értékelés-visszacsatolás elvvel

Varga M.

Kaposvári Egyetem Informatika Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánkban a különféle pontozásos értékelési rendszerek „jóságát” vizsgáljuk a mesterséges intelligencia egy módszerének felhasználásával. A vizsgálat alapját már lefutott, pontozással értékelt pályázatok képezték, de a módszer bármely más, pontozáson alapuló értékelés esetén is eredményesen alkalmazható. A metodológia számítógépi megvalósítása a generikus kétrétegű háló modell alapú dinamikus szimulátoron és az ezzel együttműködő genetikai algoritmuson alapul. Keressük azokat a pontthatarokat, illetve súlyokat, amely az utólagos szakértői megítélés során legjobbnak illetve legrosszabbnak minősített pályázatokat legjobbnak, illetve legrosszabbnak minősítették volna. A vizsgálat jó példa arra, hogy a mesterséges intelligencia módszerei hathatós segítséget nyújthatnak minden olyan területen, ahol utólagos értékelésre és ez alapján visszacsatolásra, javításra van lehetőség.

(Kulcsszavak: pontozásos értékelés, generikus szimulátor, genetikai algoritmus)

ABSTRACT

Development of Score-based Ranking with an 'A posteriori' Evaluation Feedback Methodology

M. Varga

University of Kaposvár, Department of Information Technology, H-7400, Kaposvár, Guba S. 40.

The efficiency of the score-based ranking systems has studied with one method of the artificial intelligence. 182 already realized tenders were studied with the help of the bi-layered net model based generic simulator, combined with the multiobjective genetic algorithm. The essence of the methodology is that considering the 'a posteriori' opinion of the experts about the best and worst tenders, we try to develop a better set of the score limits, which would rank the tenders being best and worst accordingly. As another result we demonstrate the applicability of the artificial intelligence method for the solution of this class of problems.

(Keywords: score-based systems, generic simulator, genetic algorithm)

BEVEZETÉS

Ma már az élet számos területén, különféle problémák megválaszolásánál, elemek rangsorolásánál használnak pontozáson alapuló, de sokszor szubjektív módszereket.

Munkánkat annak a kérdésnek a megválaszolása inspirálta, hogy a különféle pontozáson alapuló értékelési rendszerek mennyire szelektálnak hatékonyan az általuk rangsorolni kívánt elemek között, és a mesterséges számítógépi intelligencia bevonásával, utólagos értékelésekből „tanulva” miként juthatunk egy egzaktabb,

objektívebb értékelési rendszerhez. Vizsgálatunk kiindulási alapját az a 182 már lefutott pályázat képezte, melyek értékelése pontozásos szisztémán alapult.

Ebben a pontozási rendszerben (1. táblázat) előre meghatározott, szakmai szempontból fontosnak ítélt kérdésekre adnak pontokat a „bírálok”, rögzített ponthatárok között, ami alapján a rangsorolás történik.

1. táblázat

A vizsgált pályázatok pontozási rendszere

Kérdés (1)	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Ponthatár (2)	0-15	0-15	0-15	0-10	0-15	0-15	0-5	0-10

Table 1: Score system of the studied tenders

Question(1), Score limit(2)

Kiindulásként megvizsgáltuk, hogy emellett a pontozási rendszer mellett hogyan alakul a 182 pályázat megoszlása. Eredményként az 1. ábrán látható diagramot kaptuk.

1.ábra

A vizsgált pályázatok pontszámainak megoszlása

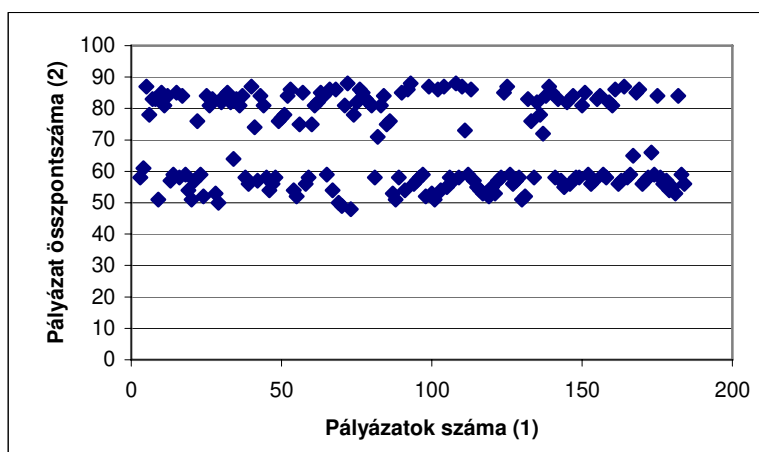


Figure 1: Distribution of the examined scores of the tenders

Number of Tenders(1), Scores of Tenders(2)

Az 1. ábrából jól látható, hogy e mellett a pontozási rendszer mellett a pályázatok két nagy „klaszterre” oszlanak, egy „rosszabb” (46-60 pont) és egy „jobb” (80-88 pont) csoportra. Mindezekből arra következtethetünk, hogy a különféle kérdésekre adható pontok intervalluma túl szűk, azaz nem szelektálja kellő mértékben a pályázatokat, és a „jó” pályázatokat sem szűri meg.

Célunk egyrészt az, hogy ebben a konkrét esetben egy jobban szelektáló, objektívebb értékelési rendszert határozzunk meg, másrészt annak bemutatása, hogy a számítógépi intelligencia miként alkalmazható hatékonyan a hasonló problémakörök megoldására.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az előzőekben vázolt feladat megoldásához a Kaposvári Egyetem Informatika Tanszékén kidolgozott generikus kétrétegű háló modell alapú dinamikus szimulátort és az ezzel együttműködő genetikus algoritmust használtuk.

A kétrétegű háló modell aktív és passzív elemekből felépülő szoftver architektúra, ahol az elemek között leolvasási és módosítási csatornák teremtik meg a kapcsolatot (Csukás és mtsai, 2005). A vizsgálatokhoz a szimulátor egy korábbi, Visual Prolog nyelven írt verzióját használtuk fel. A működés feltétele, hogy a számoláshoz szükséges adatokat egy megfelelően szervezett Excel adatbázisban gyűjtsük össze, mely jelen esetben fejlécként a vizsgált kérdéseket tartalmazza 1-től 8-ig, majd a 182 pályázat értékelő pontszámait. A számolást ezek alapján végzi a szimulátor. Az egyes kérdésekre adott pontszámot az eredeti maximális ponthatárral osztva egy úgynevezett relatív pontértéket kapunk, melyet a módosított ponthatárral szorozva kapjuk meg az új pontértéket. A módosított ponthatárt a szimulátorral kommunikáló genetikus algoritmus szolgáltatja.

Ennél a feladatnál a szimulátor feladata a számolás szempontjából nagyon leegyszerűsített, hiszen csak néhány alpműveletet kell végrehajtania. Igazi feladata a genetikus algoritmussal való kapcsolat felépítése és a kommunikáció fenntartása. Itt a lényegi feladatot, a ponthatárok módosítását, variálását a genetikus algoritmus végzi.

A két program kommunikációjának sematikus vázlatát a 2. ábra mutatja be.

2.ábra

A dinamikus szimulátor és a genetikus algoritmus kommunikációja

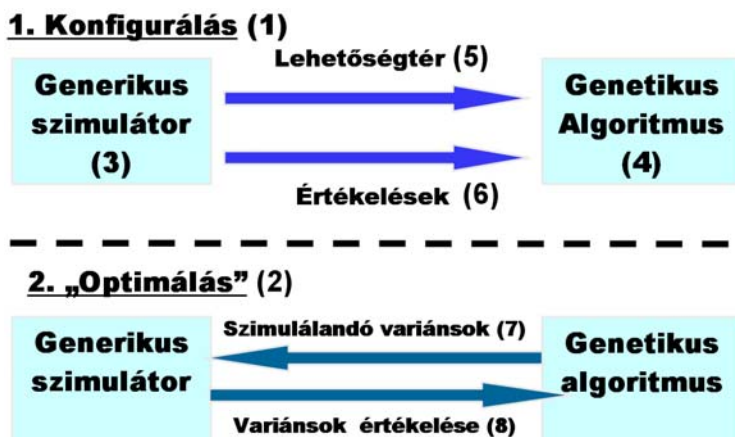


Figure 2: Communication between the dynamic simulator and genetic algorithm

Configuration(1), Optimization(2), Generic Simulator(3), Genetic Algorithm(4), Possibility Space(5), Evaluations(6), Variants to be Simulated(7), Evaluated Variants(8)

A kommunikáció lényege, hogy a dinamikus szimulátor a változtatható paraméterek lehetőségterét, és az adott esetre vonatkozó, meghatározott szempontú értékeléseket biztosít a genetikus algoritmusnak, ami a lehetőségtéren belül mozogva a biológiai sokszínűség mintájára változatos variánsokat képez, és azokat visszaadja számolásra a szimulátornak (Csukás és Balogh, 1998). A legjobb, normál eloszlást biztosító variánsokat végül a genetikus algoritmusból kinyerve kapjuk, így jutunk az „optimálisnak” nevezhető esetig.

Jelen példánk tekintetében a lehetőségtér a kérdésekre adott válasz maximálisan adható pontszámainak változtatását jelenti, konkrétan az 5, 10, 15, 20, 25 és 30 diszkrét értékeket. Értékelési szempontként pedig a 10-10 legjobb illetve legrosszabb pályázat összpontszámának maximálását illetve minimálását határoztuk meg (20 szempontú értékelés). Az utólagosan a szakértők által szubjektíven legjobbnak vagy legrosszabbnak ítélt pályázatok megadásával próbál a rendszer „tanulni”, illetve hibákat kiküszöbölni.

EREDMÉNYEK

A genetikus algoritmus mintegy az ötvenedik generáció után már megbízható eredményeket szolgáltat, a legjobb, legrosszabb és átlagos eredmények közelítőleg kiegyenlítődnek, a kedvezőtlenebb változatok fokozatosan háttérbe szorulnak, és egyre inkább a „jók” kerülnek előtérbe. Szemléltetésképpen a 3. ábrán a genetikus algoritmus egyik értékelési szempontjának plotja látható.

3.ábra

A genetikus algoritmus outputja

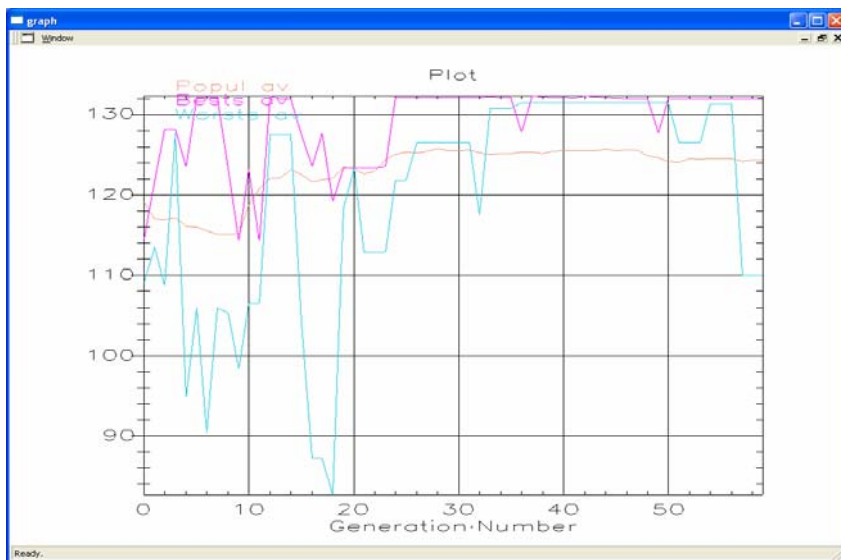


Figure 3: Output of the genetic algorithm

A genetikus algoritmusból a legkedvezőbb pontszámok „azonosítása” a legjobb egyed újraértékelésével történik, melynek eredményét a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat**Egy jobb pontozási rendszer**

Kérdés (1)	1	2	3	4	5	6	7	8
Jelenlegi ponthatár (2)	15	15	15	10	15	15	5	10
Javasolt ponthatár (3)	25	25	5	5	25	25	5	10

*Table 2: A better score system**Question(1), Present score(2), Proposed score(3)***KÖVETKEZTETÉSEK**

Eredményeink azt mutatják, hogy egy jobb pontozási rendszer lenne, ha bizonyos kérdések esetében a ponthatárokat nagyobbra nyitnák. Ezen elmélet helytállóságát egy következő, az általunk felvetett ponthatárokkal való szakértők általi értékelés bizonyítaná. Jelen értékelésbe visszahelyettesítve ugyanis ez nem ellenőrizhető, hiszen a vizsgált pontozás jellegét ez nem változtatja meg, csupán felszorzódnak a már megadott pontok. Célszerű lenne annak vizsgálata, hogy a javasolt pontozási rendszer figyelembe vételével, szakértők általi pontozással milyen pályázateloszlás születne.

IRODALOM

- Csukás, B., Balogh, S. (1998). Combining Genetic Programming with Generic Simulation Models in Evolutionary Synthesis. *Computers in Industry*, 36, 181-197. IF=0.239/0.418
- Csukás, B., Balogh, S., Bánkuti, Gy. (2005). Generic Bi-layered Net Model – General Software for Simulation of Hybrid Processes, In: Daoliang Li and ÍBaoji Wang Eds.: *Artificial Intelligence Applications and Innovations II*. 2nd IFIP Conference of TC12 WG 12.5, Springer, 700-710.

Levelezési cím (*Corresponding author*):**Varga Mónika**

Folyamatinformatika Kutató-Fejlesztő Bt.

7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.

*Process Informatics Ltd.**H-7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.*

Tel.: 36-70-581-5673

e-mail: varga@matinf.gtk.u-kaposvar.hu



A Kaposvári Tömegközlekedési Zrt. gazdasági utókalkulációja a 2005-ös évre

Veizer A.

Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor út 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az Alkalmazott Informatikai Szolgáltató Tudásközpont támogatásával a ROP által finanszírozott szakmai gyakorlaton vehettem részt a Kaposvári Tömegközlekedési Zrt.-nél. Ez idő alatt feladatomból a társaságnál rendelkezésre álló, a járművek kilométer-teljesítményétől függő közvetlen költségeket és ráfordításokat tartalmazó alapadatok rendszerezése, statisztikai feldolgozása, és végül egy, a 2005. évre szóló gazdasági utókalkuláció készítése, mégpedig a társaság által végzett mindhárom szolgáltatási tevékenységre (menetrend szerinti autóbusz közlekedés, különjáratú autóbusz közlekedés, illetve reklámhordozás). A feladat teljesítése során a társaság kérésének megfelelően kiemelt figyelmet fordítottam a járműegyedenkénti javítási óra és javítási költség havi, illetve éves alakulására; ugyanakkor az üzemanyag-gazdálkodás, bár az összes költség jelentős hányadát képezi, nem volt témája a gyakorlatnak, mivel egyrészt a bonyolult normarendszer miatt önmagában egy külön tanulmány alapja lehetne, másrészt a társaság kifejezetten a javítási költségre vonatkoztatva kérte az utókalkuláció elkészítését. Ezen adatok ismeretében a társaság vezetősége a jövőben megalapozottan tud operatív döntéseket hozni, például a járműállomány fiatalításakor az utókalkuláció során kimutatottan magas javítási költségű gyártmánytípusok helyett a gazdaságosabban működtethető típusok megvásárlását illetően. (Kulcsszavak: tömegközlekedés, javítási költség, gazdasági hatékonyság)

ABSTRACT

Economic post-calculation of the Kaposvári Tömegközlekedési Zrt. for the year 2005

A. Veizer

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science H-7400Kaposvár, Guba Sándor út 40.

I could take part in a trade exercise by the Kaposvári Tömegközlekedési Zrt. with assistance of the Applied Informatical Supply Knowledge-center and financed by the ROP. During this time my exercise was the systematize and statistical treat of the company's data, which contained the direct costs depending on the vehicles' mileage; finally I achieved an economic post-calculation for the year 2005. During the accomplishment of the exercise according to the company's request I followed with exceptional attention the monthly and yearly development of the repairing hours and costs for all vehicles; at the same time the fuel-economy was not theme of the exercise, although it constitutes a great part of the total costs, because partly it could be a basis of a separate study (because of the complicated norm-system), and partly the company expressly asked preparing of the post-calculation referring the repairing costs (namely for the three activity accomplished by the company: regular bus traffic, separate bus service, and advertising). With this data in the future the management of

the company can well-informed decide, for example at the rejuvenation of the vehicles buying the profitable product-types instead of the types with high repairing costs.

(Keywords: public transport, repairing cost, economic efficiency)

BEVEZETÉS

A Kaposvári Tömegközlekedési Zrt. Kaposvár Megyei Jogú Várossal kötött Közszolgálati Szerződés alapján végzi a megyeszékhely menetrend szerinti autóbusz közlekedését. Az Rt. 1994. 07. 01-én alakult, mint a Kapos Volán Rt. jogutódja. A részvénytársaság 51%-ban Kaposvár Megyei Jogú Város, 49%-ban pedig a Kapos Volán Rt. tulajdonában van. A közúti személyszállítási feladatot a 2004. évi XXXIII. törvény alapján végzi. Az árnyegállapító hatóság Kaposvár Megyei Jogú Város Közgyűlése. A feladatot 43 autóbussszal, 32 vonalon, átlag munkanap 1067 indított járat, 179 km viszonylathosszon, mintegy 120 munkavállalóval látja el. A közszolgáltatási szerződés értelmében a szolgáltatást minél hatékonyabban, költségtakarékosabban, minél kevesebb ráfordítással kell elvégezni.

Ennek megvalósításához szükség van olyan gazdasági elemzések elkészítésére is, melyekhez a társaság nem rendelkezik szabad munkaerő-kapacitással, s amelyeket nekem feladatom volt elvégezni a gyakorlat időtartama alatt.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A gazdasági utókalkuláció elkészítéséhez szükséges adatok rendelkezésre álltak a társaság által vezetett, papíralapú nyilvántartások formájában. Ezekből rögzítésre kerültek a következő adatok (forgalmi rendszám alapján minden, 2005. évben a társaság rendelkezésére álló járműegyre): életkor (2005. dec. 31-én), az eddig futott km, 2005 évi javítási órák száma, javítási költség és anyagköltség (utóbbi három költség havi lebontásban is), a 2005-ös évben futott km, illetve a javítási költség részletezése. A javítási költség és az anyagköltség különválasztása az elemzésben a vezetőség kívánságára történik, természetesen ezek elszámolása a számviteli törvénynek megfelelően zajlik. A javítási költség tartalmazza az autóbuszok javításához szükséges anyag (alkatrész) - és munkabér-költségeket, míg az anyagköltség jelen esetben az egyéb jellegű költségeket (pl. irodaszer) foglalja magába.

A társaság kifejezett kérésének megfelelően a járműegyenkénti adatokból az autóbusz állomány ismeretében meghatároztam a járműcsoportonkénti (21 db szóló: IK-260, IK-415, E-94, H-63, NABI; és 22 db csuklós: IK-280 és O.345 Mercedes autóbusz), illetve gyártmánytípusonkénti (5 db IK-260, 3 db IK-415, 4 db E-94, 2 db H-63, 7 db NABI, 19 db IK-280, és 3 db O.345 Mercedes autóbusz) adatokat is.

Az adatok elemzése során a következő összefüggéseket vizsgáltam meg:

- a jármű által eddig futott km az életkora függvényében, illetve gyártmánytípusonként az átlagos futott km viszonyítva az átlagéletkorhoz;
- a jármű javítási költsége az életkora függvényében, illetve gyártmánytípusonként az átlagos javítási költség viszonyítva az átlagéletkorhoz;
- a jármű javítási költsége az általa eddig futott km függvényében, illetve gyártmánytípusonként az átlagos javítási költség viszonyítva az átlagos futott km-hez.

Ezen felül sor került még a 2005. évi javítási órák, javítási költségek és anyagköltségek havi megoszlásának vizsgálatára, járműegyenként, járműcsoportonként és gyártmánytípusonként. A járművek kilométer-teljesítményétől függő közvetlen költségek elemzése után a társaság főkönyve alapján elkészítettem a 2005-ös év gazdasági utókalkulációját (a közlekedési társaságoknál javasolt, a KT Zrt. által is elfogadott és használt önköltségszámí-

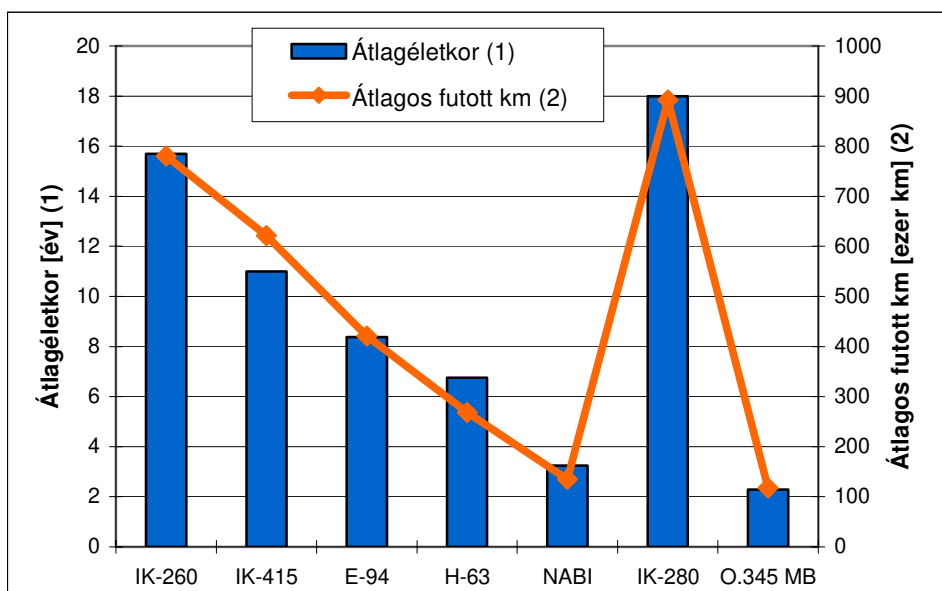
tási szabályzat kívánalmainak megfelelően) a társaság által folytatott szolgáltatási tevékenységekre: a menetrend szerinti autóbusz közlekedésre, a különjáratú autóbusz közlekedésre és a reklámhordozásra. A gazdasági utókalkuláció készítése során összesített költségekből a tömegközlekedés hatékonyságát jellemző mutatószámok számíthatók, az utókalkuláció során kapott költségeket visszaosztva a 2005-ben menetrend szerint megtett kilométerekre (1 menetrend szerint megtett kilométer költsége).

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Az összefüggések elemzése során arra a következtetésre jutottam, hogy általában a járművek által futott km jól igazodik az életkorukhoz, két kivétellel: a H-63 gyártmányú autóbuszok átlagos futott km-e kevesebb, az IK-415 gyártmányúaké több, mint amit az életkoruk indokolna. További megfigyelés, hogy kiugróan magas a H-63 gyártmányú autóbuszok javítási költsége az életkorukhoz, illetve az általuk futott km-hez képest (1. ábra).

1. ábra

Az életkor és az eddig megtett kilométerek összefüggései gyártmánytípusonként



Feltehetően a magas javítási költségek háttérében álló több javítási óra indokolja a H-63 gyártmányú autóbuszok kevesebb futott km-ét, mivel így ezek nem tudják ellátni menetrendszerű közlekedési feladataikat. *Presumably the high repairing costs causing the more repairing hours are the reason for the fewer kilometres covered by the product-type H-63, because in this way these vehicles can't execute their regular traffic exercises.*

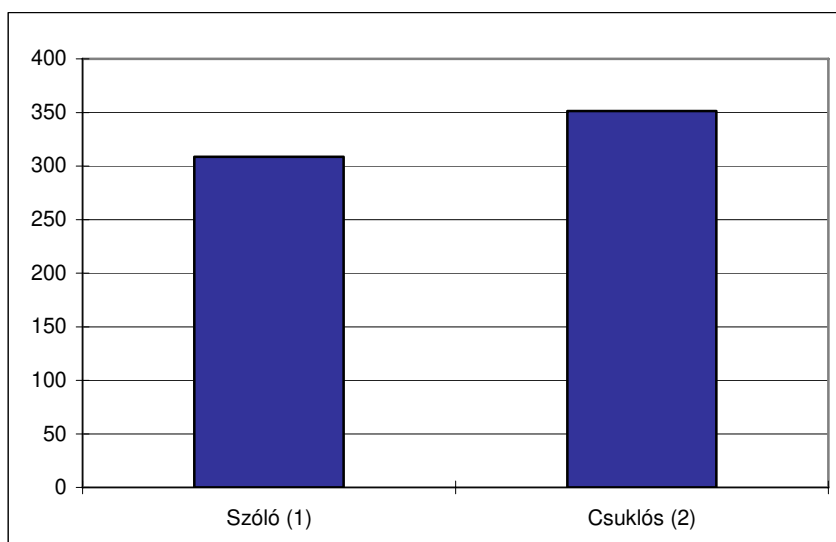
Figure 1: The connection of the age and the kilometres covered till now for all product-types

Average age [years](1), Average kilometres covered [thousand kilometres](2)

Az alapadatok elemzéséből megállapítható, hogy a legtöbb javítási órájuk az IK-260, H-63 és IK-280 gyártmányú autóbuszoknak volt (évi 500 javítóóra felett voltak a CCK-291-es forgalmi rendszámú IK-260, a GTY-361 és GUY-073 rendszámú H-63, illetve a BRS-308 rendszámú IK-280 autóbuszok). A járműegyenkénti adatokat összesítve megfigyelhető, hogy a legtöbb javítási óra május, június és szeptember hónapokban jelentkezett. A járműcsoportonkénti összehasonlításban a szóló autóbuszok teljesítettek kevesebb javítóórát (2. ábra).

2. ábra

Átlagos javítási óra járműcsoportonként (2005)



A csuklós autóbuszok magasabb életkora indokolhatja a több javítási órát. *The higher age of the articulated vehicles can give reasons for the more repairing hours.*

Figure 2: Average repairing hours for all vehicle-groups (2005)

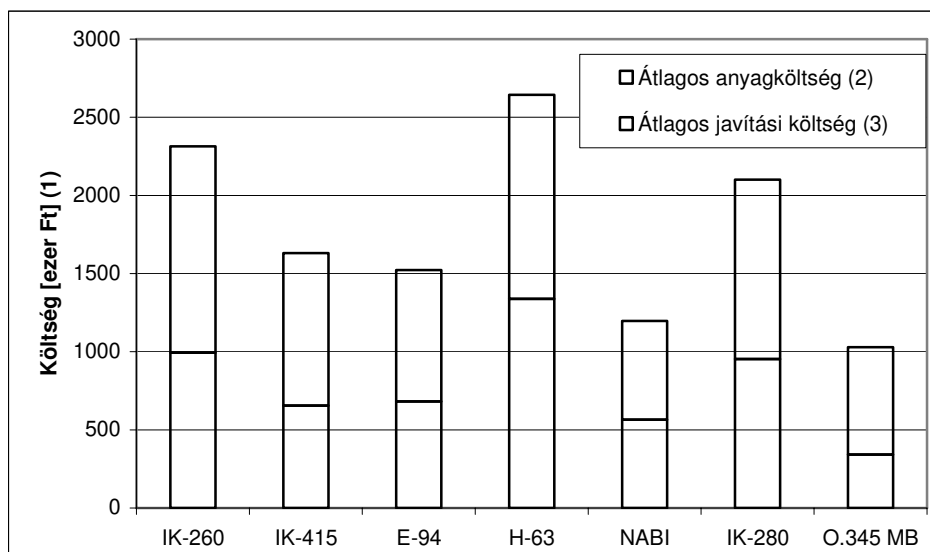
Single bus(1), Articulated bus(2)

Javítási és anyag költségek tekintetében a legnagyobb összeget az IK-260, H-63 és IK-280 gyártmányú autóbuszokra kellett költeni 2005-ben. Különösen figyelemreméltó a 2 db H-63 gyártmányú autóbusz, melyek csak az állomány 4,6%-át teszik ki, de a javítási költségük 60%-kal haladja meg az átlagos javítási költséget. A járműcsoportok vizsgálatakor kitűnik, hogy a csuklós autóbuszok átlagosan több órát töltenek javítással, mint a szóló autóbuszok, s ennek megfelelően a javítási és anyagköltségük is magasabb. A javítási és anyagköltségek összehasonlításakor szembetűnő, hogy míg a javítási költsége az O.345 MB gyártmányú autóbuszoknak a legkisebb, addig anyagköltség tekintetében a NABI gyártmányúak a legkedvezőbbek (3. ábra).

Az 1. táblázatban láthatók a tömegközlekedés hatékonyságot jellemző mutatószámok a menetrend szerinti autóbusz közlekedés esetében.

3. ábra

Átlagos javítási és anyagköltségek gyártmánytípusonként



Az IK-260 és IK-280 gyártmányú autóbuszok magas kora (átlagosan 15,69 és 18 év) indokolhatja ezen típusok nagyobb javítási költségét, de a H-63 típus átlagéletkora csak 6,76 év, így ennek a magas költségnek a háttérében feltehetően valamilyen műszaki ok áll. *The high age (15,69 and 18 year on average) of the product-types IK-260 and IK-280 can give reasons for the higher repairing cost of this types, but the average age of the type H-63 is only 6,76 years, so presumably there is some kind of technological cause in the background of this high cost.*

Ábra 3: Average repairing and material costs for all product-types

Cost [thousand forint] (1), Average material cost (2), Average repairing cost (3)

1. táblázat

A menetrendszerű közlekedés hatékonyságát jellemző mutatószámok

Költség megnevezése (1)	1 km-re jutó költség [Ft] (2)
A jármű km teljesítményétől függő közvetlen költség (3)	128,00
Teljes költség (4)	364,80
1 férőhely biztosításának költsége (5)	3,43
1 fő utas szállításának költsége (6)	11,33

Table 1: Efficiency index numbers of the regular bus traffic

The name of the cost (1), Cost of 1 kilometre [HUF] (2), Direct cost dependent on the vehicle's mileage (3), Full cost (4), Cost to provide one bus seat (5), Cost to transport one passenger (6)

A különjáratú közlekedés 1 km-re eső költsége ennél valamelyest alacsonyabb (1 különjáratú km-nek a jármű km teljesítményétől függő közvetlen költsége 127,99 Ft míg teljes költsége 246,47 Ft). Ha az autóbuszok által megtett összes kilométert (menetrend szerinti és különjáratú együtt) nézzük, 1 km megtételének teljes költsége 127,99 Ft.

A fenti adatokból következtetni lehet például az autóbuszok férőhelykihasználtságra (30,3 %), vagy a menetrend szerinti közlekedés esetében a járművek km-teljesítményétől függő közvetlen költségek arányára a teljes költségen belül (35,2 %).

Ezekhez az adatokhoz szükséges megjegyezni, hogy a különjáratot teljesítő autóbuszok is részt vesznek a menetrend szerinti közlekedésben, mivel a társaság a különjáratú fuvarfeladatokat a meglévő személyi és jármű állománnyal, úgynevezett „kiálló időben” teljesíti.

KÖVETKEZTETÉSEK

A társaság célja magas színvonalú szolgáltatás biztosítása, viszonylag kedvező áron. Ennek megvalósításához szükség van egyrészt a bevételek növelésére, amely forgalombővüléssel képzelhető el, másrészt a ráfordítások csökkentésével, amely költségtakarékos gazdálkodással oldható meg. A gazdasági hatékonyság növelésének egyik eszköze az általam is végzett gazdasági elemzés, amely megfelelő információt biztosít a vezetői döntésekhez (pl. a gyártmánytípusonkénti adatok alapján a jármű állomány fiatalításának lehetőségei), a hiányosságok, veszteségek okainak feltárásához, illetve a jövedelmezőség vizsgálatához (pl. túlfogyasztó járművek kiválogatása).

Az adatokból megállapítható, hogy az autóbusz állomány nagy részében a javítási költség megfelel a járművek életkorának és az általuk teljesített km-nek. Ez arra enged következtetni, hogy az autóbuszok karbantartása rendben zajlik, a járművek műszaki állapota kielégítő, így az állomány jelentős fiatalítása – a járművek műszaki állapotának fenntartása mellett - nem látszik szükségesnek (kivételt képeznek ez alól a magas – 18 év – átlagéletkorú IK-280-ok, melyek fenntartási és üzemeltetési költsége feltehetően az életkoruk előrehaladásával tovább fog nőni; a társaságnak a finansziális lehetőségekhez igazodva valószínűleg tervbe kell vennie ezen autóbuszok lecserélését).

Az eredményekből az is kitűnik, hogy jelentős költségnövelő tényező a H-63 gyártmányú autóbuszok magas javítási és anyagköltsége, illetve a javítással töltött órák viszonylag nagy száma, mivel a javítási órák alatt az autóbusz nem tud részt venni a közlekedésben, azaz nem tudja ellátni a feladatát. Amint a pénzügyi keretek ezt lehetővé teszik, érdemes lenne megfontolni ezen autóbuszok lecserélését egy hatékonyabban működtethető típusra.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném kifejezni hálás köszönetemet a szakmai gyakorlat helyének biztosításáért a Kaposvári Tömegközlekedési Zrt.-nek, illetve a szakmai segítségért külső mentoromnak, Biróné Lenkei Ágotának, és belső mentoromnak, Dr. Ulbert Zsoltnak.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Veizer Andrea

7400, Kaposvár, Puskin u. 1/a

H-7400, Kaposvár, Puskin u. 1/a

e-mail: veizera@freemail.hu